

# 第4回山岳科学学術集会 要旨集

信州大学松本キャンパス (2018年12月15 - 16日)

主催：信州大学

共催：筑波大学，山梨大学，静岡大学，日本山岳アカデミア

---

## プログラム

---

### 12月15日(土)

11:00 受付 (20番教室)

13:00 開会式 (20番教室)

口頭発表<sup>1</sup> 13:20-14:50 (20番教室)

13:20 地域住民の日常風景の認識における山岳の役割-長野県安曇野市を事例として-  
(筑波大学 山本純)

13:35 日本の山岳観光における山岳ガイドの役割と課題  
(筑波大学 松村健太郎)

13:50 信州産味噌玉に関する菌類相調査及び新規大豆発酵食品の開発研究  
(筑波大学 奥西宏太)

14:05 竹林分布の将来予測  
(筑波大学 相原隆貴)

14:20 中部地方におけるコナラおよびミズナラの遺伝的境界線に関する研究  
(筑波大学 小野里談)

14:35 越年性雪渓を有する乗鞍岳の源流集水域における溪流の水質変動  
(信州大学 清水啓紀)

ポスター発表 15:00-17:30 (51-53番教室)

15:30-16:00：コアタイム 奇数

16:30-17:00：コアタイム 偶数

懇親会 18:00-20:00 (あづみホール)

---

<sup>1</sup>口頭発表 12分，質疑応答 3分，1鈴 10分，2鈴 12分，3鈴 14分 30秒

12月16日(日)

**口頭発表 9:00-11:30**

- 9:00 地上から樹冠の生理特性を知る一樹液流・3次元葉分布情報・ベイズモデルを用いたアプローチ  
(静岡大学 花輪光彦)
- 9:15 林床の光をめぐる低木層の樹木の樹形・葉の形質の変化：35樹種の適応パターン比較  
(筑波大学 中田 貴子)
- 9:30 分光反射特性を用いたブナの樹冠内における生化学特性の把握  
(静岡大学 三浦雄太)
- 9:45 タイ東北部における熱帯季節林構成種の樹冠構造による光利用戦略とその時間的変異  
(静岡大学 菅原悠希)
- 10:00 荒廃溪流源頭部における土石流段波の発生条件と流動特性  
(静岡大学 横田優至)
- 10:15 富士山大沢崩れにおける土石流発生条件と土砂生産の関係  
(静岡大学 岡本憲男)
- 10:30 樹木根茎による崩壊抑止効果 疑似根を用いた一面せん断試験による検討  
(静岡大学 山本蓉子)
- 10:45 地形条件の違いからみた降雨流出特性  
(静岡大学 長田知也)
- 11:00 上高地における自然資源管理に対する合意形成過程の重層性－国立公園の協働型管理に着目して－  
(信州大学 矢作郁瑠)
- 11:15 日本列島の形成史が山岳棲昆虫トワダカワゲラ類の遺伝構造に及ぼした影響  
(信州大学 小池花苗)

**11:30 閉会式 (20 番教室)**

12:30-13:00 ポスター撤収, ポスター会場片付け<sup>2</sup> (51-53 番教室)

12:30-13:30 JALPS, 大学間連絡協議会<sup>3</sup> (20 番教室)

---

<sup>2</sup>参加者全員で実施

<sup>3</sup>昼食を取りながら実施。昼食は各自用意のこと。

# Contents

<b>1</b>	<b>口頭発表</b>	<b>8</b>
1.1	地域住民の日常風景の認識における山岳の役割-長野県安曇野市を事例として- (山本 純) . . . . .	8
1.2	日本の山岳観光における山岳ガイドの役割と課題 (松村 健太郎) . . . . .	8
1.3	信州産味噌玉に關与する菌類相調査及び新規大豆発酵食品の開発研究 (奥西 宏太) . . . . .	9
1.4	竹林はどのような環境に分布しているのか (相原 隆貴) . . . . .	9
1.5	中部地方におけるコナラおよびミズナラの遺伝的境界線に関する研究 (小野里 談) . . . . .	10
1.6	越年性雪渓を有する乗鞍岳の源流集水域における溪流の水質変動 (清水 啓紀) . . . . .	10
1.7	地上から樹冠の生理特性を知る一樹液流・3次元葉分布情報・ベイズモデルを用いたアプローチ (花輪 光彦) . . . . .	11
1.8	林床の光をめぐる低木層の樹木の樹形・葉の形質の変化：35樹種の適応パターン比較 (中田 貴子) . . . . .	11
1.9	分光反射特性を用いたブナの樹冠内における生化学特性の把握 (三浦 雄太) . . . . .	12
1.10	タイ東北部における熱帯季節林構成種の樹冠構造による光利用戦略とその時間的変異 (菅原 悠希) . . . . .	12
1.11	荒廃溪流源頭部における土石流段波の発生条件と流動特性 (横田 優至) . . . . .	13
1.12	富士山大沢崩れにおける土石流発生条件と土砂生産の關係 (岡本 憲男) . . . . .	13
1.13	樹木根系による土のせん断強度補強効果の評価 (山本 蓉子) . . . . .	14
1.14	開析程度の異なる山地流域における降雨流出特性の違い (長田 知也) . . . . .	14
1.15	上高地における自然資源管理に対する合意形成過程の重層性 - 国立公園の協働型管理に着目して (矢作 郁瑠) . . . . .	15
1.16	日本列島の形成史が山岳棲昆虫トワダカワゲラ類の遺伝構造に及ぼした影響 (小池 花苗) . . . . .	15
<b>2</b>	<b>ポスター発表</b>	<b>16</b>
A	グループ . . . . .	16
A.1	乗鞍岳東斜面における局地風系と積雪の關連 (上原 元樹) . . . . .	16
A.2	関東・中部地方に生育するゴヨウマツとコメツガの年輪内最大密度が反映する気候要素 (下里 瑞菜) . . . . .	16
A.3	LAI/積雪が菅平・混交林の気温構造に及ぼす影響 (楠 健志) . . . . .	17
A.4	千畳敷における偏光光散乱式粒子計測器を用いた自由対流圏中のバックグラウンド鋳物エアロゾル濃度の測定 (石井 雄太) . . . . .	17
B	グループ . . . . .	18
B.1	諏訪湖におけるケイ素収支 (横内 雅大) . . . . .	18
B.2	大気中有機窒素及びメチルアミンに関する研究 (平井 亜季) . . . . .	18
B.3	富士北麓における降水中主要成分の森林への沈着に関する研究 (小河 卓也) . . . . .	19
B.4	大井川上流域における溪流の多地点水文解析 (興水 康二) . . . . .	19
C	グループ . . . . .	20
C.1	諏訪湖における生態系変化解明に向けた一次生産量の把握 (高見 伊織) . . . . .	20

C.2	千曲川における下水処理排水が付着藻類の一次生産に及ぼす影響 (中城 由佳里) . . . . .	20
C.3	諏訪湖におけるリン収支について (市川 雄貴) . . . . .	21
C.4	諏訪湖における水草分布と底質の性状 (古郡 千紘) . . . . .	21
C.5	水生植物による多環芳香族炭化水素類の代謝と抱合化に関する研究 (佐藤 丈罌) . . . . .	22
C.6	千曲川中流域における流下懸濁物質の季節変動と生物利用 (中 村 隆幸) . . . . .	22
D	グループ . . . . .	23
D.1	気象庁御嶽山田の原ボーリングコア (JMA-V27) の層序とその 意義 (竹下 欣宏) . . . . .	23
D.2	松本盆地に分布する梓川水系土石流堆積物の起源 (滝口 大智)	24
D.3	香川県豊島・小豆島に分布する土庄層群および讃岐層群における 堆積相・堆積環境の検討 (山下 祐磨) . . . . .	24
D.4	ヒマラヤ山脈の隆起・削剥を堆積物から読み取-ネパール西部カル ナリ川沿いのシワリク層群を例として- (山内 高広) . . . . .	25
D.5	最終氷期以降のスイスアルプス (マッター谷) における地形変動 史-宇宙線生成核種 Be-10 による解析- (木附 貴哉) . . . . .	25
D.6	インド洋ベンガル湾における深海堆積物中の重鉱物を用いたヒマ ラヤ地域の地史の検討 (小野塚 寧々) . . . . .	26
D.7	土岐砂礫層中の碎屑物を用いた後背地の検討 (本間 和樹) . . . . .	26
D.8	中央ネパール, カリガンダキ川支流の現世河川堆積物における 鉱物組み合わせ (増田 麻子) . . . . .	27
E	グループ . . . . .	28
E.1	ヒノキ人工林における林内降雨と地表流発生の関係について (岡島 可奈) . . . . .	28
E.2	Comparison Frequency of Landslide Based on Differences Rain- fall Level in Harvested and Non-Harvested Area in Ikawa (AL NURIZA RAHMADANIA) . . . . .	29
E.3	Effect of Forest Harvesting on Sediment Transportation at Moun- tain Area (KAUTSAR QURRATUL AINI BINTI MAHYUDIN)	30
E.4	雲仙普賢岳における崖錐発達の実態と土石流発生との関係 (北 本 楽) . . . . .	31
F	グループ . . . . .	32
F.1	紀伊半島におけるガガンボカゲロウの遺伝構造と地史との関係- 山岳形成による生物の分散経路の開拓- (竹中 將起) . . . . .	32
F.2	中部山岳地域に生息する陸生ヨコエビの系統地理学的研究 -琵琶 湖集団との遺伝構造の比較を通して- (河内 理子) . . . . .	33
F.3	中部山岳域の池沼における水生昆虫相と池沼環境の関係 (井上 恵輔) . . . . .	34
G	グループ . . . . .	35
G.1	サラシナショウマの3送粉型における繁殖様式の分化-異なる送 粉者環境に着目して- (田路 翼) . . . . .	35
G.2	高所撮影システムを利用したコマクサ群落の高精度検出技術 (渡邊 修) . . . . .	35
G.3	4種類の土壌 pH 調整剤の野外散布による外来植物防除実験 (宮 本 和) . . . . .	36

G.4	高山植物コマクサの生物系統地理学的研究：北海道中部・大雪山系内にみられた遺伝的境界とその形成過程に関する考察 (尾崎 貴久)	36
G.5	草原の時間的連続性が植物・蝶類群集に与える影響：3地域での実証 (井上 太貴)	37
G.6	マメ科高山植物イワオウギの系統地理学的解析 (長谷川 慎平)	37
G.7	来年の調査計画について—気候変動の山岳生態系への影響— (徳永 智美)	38
G.8	河川からの距離に着目した尾瀬ヶ原牛首周辺の植生分布 (牧田 瞳)	38
G.9	ドローンによる草原生植物の花の検出 (山本 裕加)	39
G.10	ミヤマハタザオの低標高3集団における有毛・無毛個体の適応度追跡：高標高から低標高への移住荷重はあるのか？ (關 岳陽)	39
G.11	天竜川水系の河川周辺の草原植生に成立する希少植物群落の構造と外来植物との関係 (中原 美穂)	40
G.12	標高勾配に沿ったミヤマハタザオの遺伝構造の検出 (平尾 章)	40
G.13	標高0–3000mに分布するミヤマハタザオ集団の発芽と初期成長特性：標高適応機構の理解に向けて (芳澤 あやか)	41
G.14	侵略性低木フサフジウツギ ( <i>Buddleja davidii</i> ) の生態特性の解明 (内藤友貴)	41
H	グループ	42
H.1	クズの葉の調位運動が群落の受光態勢と光合成効率に及ぼす影響 (岩本 啓己)	42
H.2	オオブタクサ群落の光環境と個葉の光合成動態 (関根 秀明)	42
H.3	富士北麓フラックス観測サイトのカラマツ林における個葉光合成季節変化のモデリング (北川 雄一)	43
H.4	亜高山針葉樹2種の光合成速度とそれに関わる個葉形質への葉齢・標高・光環境の影響 (鈴木 里奈)	43
H.5	カラマツにおけるカリウムトランスポーター遺伝子の単離および解析 (西村 佳穂)	44
H.6	ブラックスプリースの樹体内における同化炭素配分の季節変動 (齋藤 智寛)	44
H.7	制御要因の変化によるアカマツ林からの蒸発散量の変化の定量化 (鈴木 拓海)	45
H.8	ビロードモウズイカの光合成パラメータの季節変動 (湯澤 侑太)	45
I	グループ	46
I.1	マツタケのシロ上におけるアカマツ苗の移植と菌根定着 (鈴木 健太郎)	46
I.2	乗鞍岳の森林限界における4樹種の細根系を介した水吸収・輸送の解明 (矢原 ひかり)	46
I.3	台風によるギャップ拡大現象はどのようなメカニズムで発生するのか？ (小谷野 開多)	47
I.4	ヒノキ細根の落ち根量 (吉田 巖)	47
I.5	カナダに生育するブラックスプリースの根の肥大成長と側根発生の経時変化 (大嶽 聡子)	48
I.6	スギ・ヒノキ樹幹における前年年輪への光合成生産物の利用の可能性 (猪野 紫穂)	48

I.7	日本産黒トリュフに関する研究 (茂木 彩妃穂)	49
I.8	Forest Canopy Structure Modelling using GIS and Tree Species Diversity of Natural Tropical Forest: Case Study in Mount Kerenceng, Indonesia (Vany Fadhilah)	50
I.9	日本産カキシメジ類の分子系統学的分類 (青木 渉)	51
I.10	スギの細根形態の変動特性 (和田 竜征)	51
I.11	森林における葉面積の空間的不均一性 (谷岡 庸介)	52
I.12	筑波大学山岳科学センター川上演習林におけるダケカンバ林の林分構造 (長谷川 士門)	53
I.13	カヤ場におけるリター分解とそれに関わる菌類群集の変化について (折戸 咲子)	54
I.14	標高傾度にそった森林生態系における coarse woody debris の量の変化 (武田 宗一郎)	54
I.15	林床植物の群集構造に対する環境要因と植物形質の影響:上層木の除去は外来植物の侵入を促進するのか? (大嶋克海)	55
I.16	ヒノキ細根系の形態特性-土壤酸緩衝能に着目して- (土居 龍成)	56
I.17	アンスタケ類の地理分布 (佐藤 岳志)	57
I.18	冷温帯林の多樹種における樹木細根の可視-近赤外反射特性 (谷川 夏子)	57
I.19	乗鞍岳標高勾配に対する樹木細根の呼吸速度と形態特性の応答性 (岡本 瑞輝)	58
I.20	太平洋-大西洋のヤエヤマヒルギ属の集団ゲノミクス (津田 吉晃)	58
J	グループ	59
J.1	Above-ground biomass potential estimation using Sentinel-2A Imagery (Niken Andika Putri)	59
J.2	日本の素材生産における生産性分析 (新井 紘嗣)	59
K	グループ	60
K.1	山岳棲クワガタムシ科甲虫2種 (Dorcus 属) の遺伝構造とハビタット選好性 (上木 岳)	60
K.2	ツキノワグマの個体レベルでの採食生態 (森 智基)	60
K.3	絶滅危惧種であるアカモズとモズの果樹園での巣の構造と巣材の違い (赤松 あかり)	61
K.4	ニホンジカ フジコの出産・育児記録 (岡 杏奈)	61
K.5	絶滅危惧種アカモズはどのようなリンゴ園を好むのか? (松宮 裕秋)	62
K.6	遺伝子解析で紐解く中部山岳域のカワネズミの起源 (山崎 遥)	62
K.7	分子系統解析から迫る高山型スカシリアゲモドキの進化史 (鈴木 智也)	63
K.8	集合下のニホンモモンガにおける個体間行動の時間変化 (菊池 隼人)	63
K.9	林分構造とコウモリの活動量との関係 (牧 貴大)	64
K.10	低密度期ニホンジカ Cervus nippon の餌植物嗜好性と、その季節・年変動 (河合 純)	65
K.11	現存量法を用いたカゲロウ類の二次生産力の推定-2017年と2018年を比較して (石川 史弥)	66

	K.12	瞬間成長法を用いたナミコガタシマトビケラとナカハラシマトビケラの二次生産力の推定 (松田 暢啓) . . . . .	66
L	グループ	. . . . .	67
	L.1	上伊那地域における気候と住環境に関する研究 (有賀 美和) .	67
	L.2	高熱乾燥処理木材と高反射塗装を用いたヒートアイランド現象の抑制に関する研究 (油井 孝太) . . . . .	67
	L.3	福島県只見町における民家の樹種選択と里山林の利用形態 (陸川 雄太) . . . . .	68
	L.4	北アルプス山麓域における農家を事例とした柱材の木材利用の調査方法の体系化 (大倉 柚夏) . . . . .	68
	L.5	信州大学工学部サーバー室の外気導入による省エネルギー効果 (楊 暁ホウ) . . . . .	69
	L.6	寒冷地の戸建て住宅におけるアルミ製PCMを利用した給気温度昇温効果に関する研究 (福島 満里奈) . . . . .	69
	L.7	長野市に立地する外断熱・二重通気工法によって建てられた住宅の排熱効果の検証 (落合 隼太) . . . . .	70
	L.8	長野市内に立地する高断熱・高气密住宅における断熱性能を変化させた場合のLCCO <sub>2</sub> の比較 (勝地 夢斗) . . . . .	70
	L.9	外気の日格差の大きい地域における潜熱蓄熱材を桁面に設置することによる流入熱量抑制効果に関する研究 (茂原 博明) . . .	71
	L.10	小規模事務所におけるバイオマスストーブ使用を想定した完全オフグリッド化の検討 (忠 充) . . . . .	71
	L.11	自然エネルギーを活用した冬期における日格差の大きい地域に適した換気負荷削減手法の検討 (吉田 拓洋) . . . . .	72
M	グループ	. . . . .	73
	M.1	Assessment of opportunities & challenges for curriculum development for mountain studies (上野 健一) . . . . .	73
	M.2	エッツタールにおけるトレッキング・ルートの特徴：オーストリアアルプスの山岳ツーリズム分析 (吉沢 直) . . . . .	73
	M.3	地域に根差した大豆の新規発酵食品開発のための微生物バンクの構築 (出川 洋介) . . . . .	74
	M.4	外国人登山者の安全管理に関する考察—上高地周辺山域にて— (佐藤 大輔) . . . . .	74

# 1 口頭発表

## 1.1 地域住民の日常風景の認識における山岳の役割-長野県安曇野市を事例として- (山本 純)

地域住民の日常風景の認識における山岳の役割-長野県安曇野市を事例として-  
山本 純 (筑波大学大学院生命環境科学研究科 山岳科学学位プログラム)

日本の国土の4分の3は山地であり平地だけでなく盆地にも可住地が見られる(国土技術研究センター, 2015). そのため, 背景や遠景に山が見られる光景が一般的である. また, 観賞を通じた地域との関わりがふるさと意識の醸成に寄与する可能性が示唆されている(渡部, 2012). 本研究では盆地に位置し2つの代表的な山々に囲まれた長野県安曇野市を対象地域に選定し, 地域住民の日常風景の認識における山岳の役割について明らかにする. 研究方法は以下の通りである. 1) 安曇野市における山岳に対する認識を整理していく上で, 市内にて配布の広報や観光ガイドのテキストや, 市内公立小・中学校, 高校における校歌の歌詞から山岳に関係するワードを用いている内容を抽出する 2) 住民個人の山岳への認識について聞き取り調査, 安曇野市らしい山岳風景について市内から撮影の山岳写真20枚のグループ分け調査を行う. 調査結果より 1) 住民は自宅もしくは地区内といった居住地区から見る常念岳などの北アルプスの山々の風景を好む一方で, 捉え方は肯定的・中立的な考えに二分される 2) 安曇野市らしい山岳風景には山(山並み)・雪・田が不可欠であるということが分かった. これらの事から距離や見え方の違いに関わらず, 安曇野市民は日常生活の中で身近な存在として山岳を認識しており, 周辺資源との相乗効果により安曇野市特有の風景を形成していると考えられる.

## 1.2 日本の山岳観光における山岳ガイドの役割と課題 (松村 健太郎)

日本の山岳観光における山岳ガイドの役割と課題  
松村健太郎 (筑波大学大学院 生命環境科学研究科)・呉羽正昭 (筑波大学生命環境系)

日本の山岳観光は、1990年前後から続く新しい登山ブームによる登山をめぐる環境の変化のもとで、中高年の山岳遭難の増加やツアー登山の様々な問題が表面化し、その対策が求められている。現在日本において山岳ガイドが存在しているが、その活動内容や組織体制、活動に伴う課題は明らかでない。本研究では、日本の山岳観光の歴史的変遷と山岳遭難の現状を踏まえたうえで、日本山岳ガイド協会の資格保有ガイドと登山客それぞれに聞き取り調査を行い、ガイドの活動実態、登山客との関わり、登山者の属性について分析を行った。その結果、安全管理の方法、登山客の集客方法、ツアー登山における役割等山岳ガイドの活動内容が明らかになった。また登山者の登山スタイルの多様化、未組織登山者の増加、登山者のガイド利用実態などが解明された。一方、登山者が求めるガイド登山の活動フィールドは変化しまた拡大しているものの、ガイドによって提供される内容との不一致があり、これが課題として挙げられる。すなわち、登山者のガイドに求める役割が多様化し、それに対応するガイド活動が必要と考えられた。



### 1.3 信州産味噌玉に関与する菌類相調査及び新規大豆発酵食品の開発研究 (奥西 宏太)

奥西宏太 (筑波大学 生命環境科学研究科 山岳科学学位プログラム)

山国信州では、“味噌玉”と称す「蒸煮した大豆を成形し固め、無塩で一定期間自然熟成させた物」を介して、塩や米麴等で熟成させる味噌生産が広くなされていたが、この生産方法は手間がかかり、品質の安定化を求める市場では敬遠され、近年急速に消失している。伝統発酵技術が消滅する前に、味噌玉の熟成にどのような菌類相が関与し影響を及ぼしているのか、また異なる地域で生産される味噌玉の微生物相の共通性や差異について実態を調査し、記録を残しておく必要がある。今年度は信州で味噌玉を介した味噌生産を行う味噌屋3社で調査を行った。味噌玉が生産されている蔵の温度等環境を調べると共に、インターバル撮影によって菌類の出現時期や遷移を調べ、味噌玉から分離培養を行い、主に *Mucor*、*Penicillium*、*Cladosporium* 属の菌類が出現する事を明らかとした。

これらの味噌玉や、信州の自然環境から収集した真菌類を対象として、発酵食品への応用利用について検討を行っている。中でも接合菌類は、プロテアーゼ活性が高く、カビ毒を作らない分類群だと知られ、中国の腐乳やインドネシアのテンペ等、広くアジアを中心に利用されているが、日本での利用例は少ない。取り組みの一環として、信州上田の地大豆、「こうじいらず」を栽培し、加工販売を手掛けている上田の地元企業と提携して真菌類を利用した大豆発酵食品の開発を行っており、その経過について紹介する。

### 1.4 竹林はどのような環境に分布しているのか (相原 隆貴)

竹林はどのような環境に分布しているのか—長野県全域における気候・地形要因を用いた推定—

相原隆貴 (筑波大学 山岳科学学位プログラム)

我が国の竹林は各地で管理放棄され、周辺の耕作放棄地や森林へ拡大し、適切な里山管理の妨げとなっている。現在どのような環境に竹林が立地しており、今後どのような場所で定着しやすいのかという情報は適切な竹林管理に必須である。そこで、本研究は長野県におけるほぼ全地点の竹林分布地点を収集し、GISを用いて空間明示的に潜在生育域を予測することを目的とした。また、竹林地点の斜面方位また傾斜角を分析した。竹林の潜在生育域予測には、生態ニッチモデルを用い、従属変数には竹林の存在情報を、説明変数には年最低気温や年最深積雪深等を用いた。竹林の立地する地形要因の分析の結果、竹林は南向きの10~20度の緩傾斜地に多く立地する傾向があった。また気候要因を用いたモデルの予測の結果、竹林は年最低気温が-3.7~2.4℃、年最深積雪深が253.7cm以下の地域にのみ分布することが判明した。さらに、近未来(2026~2050年代)には、主に気温上昇の影響で生育に適する環境が42%高標高域へ拡大すると予測された。気候変動に伴い竹林の定着できる環境は広がるため、新規移植には留意する必要がある。また、竹林は農地脇や二次林の林縁に立地する傾向があるため、今後そのような場所での群落の拡大も懸念される。

## 1.5 中部地方におけるコナラおよびミズナラの遺伝的境界線に関する研究 (小野里 談)

中部地方におけるコナラおよびミズナラの遺伝的境界線に関する研究

小野里談 (筑波大学大学院山岳科学学位プログラム)・松本麻子 (森林総合研究所)・陶山佳久 (東北大学大学院農学研究科)・松尾歩 (東北大学大学院農学研究科)・津村義彦 (筑波大学生命環境系)

現在の森林分布は過去の気候変動や地殻変動により分布変遷を繰り返し形成された。その分布変遷の過程で、各地の森林の遺伝的組成はそれぞれ異なるものになった。遺伝子攪乱は、由来の異なる集団を同じ場所に植栽することなどで起こり得る。これを未然に防ぐためには、まず各地の集団の遺伝的境界線を明確にする必要がある。本研究ではコナラ (*Quercus serrata*) 及びミズナラ (*Quercus crispula*) を対象種とした。いずれも日本の温帯林及び冷温帯林を構成する生態学的に重要な種で、植生回復などでも広く用いられている。コナラ及びミズナラの遺伝的組成は中部地方を堺に南北タイプに大別されるが、詳細な境界線は分かっていない。そこで、二種それぞれについて南北タイプの境界線の詳細を明らかにし、その成立要因を明確にすることを目的とした。一年目は中部地方全体の調査を、二年目は南北タイプの混在する地域にてより詳細な調査を行い、コナラ 311 個体、ミズナラ 152 個体を得た。南北タイプの判別には葉緑体ゲノム上の 3' *to\_rps2* の SNP を用いた。また、MIG-seq 法を用いた核ゲノムの網羅的解析や葉緑体ゲノムを用いた南北タイプの分岐年代予測などにより、境界線の成立要因の解明を試みた。その結果、境界線は単純な線ではなく複雑に入り組んだ境界帯のようになっていることや、マイクロリフュージアや動物経由の種子の移動の可能性が示唆された。

## 1.6 越年性雪渓を有する乗鞍岳の源流集水域における溪流の水質変動 (清水 啓紀)

越年性雪渓を有する乗鞍岳の源流集水域における溪流の水質変動

清水 啓紀<sup>1</sup>・佐々木 明彦<sup>2</sup>・鈴木 啓助<sup>3</sup> (1. 信州大学 物質循環学ユニット 2. 国土館大学 3. 信州大学)

高山帯の源流集水域における大気沈着は主要なイオン供給過程の 1 つであり、大気沈着物質は湿性沈着や乾性沈着として集水域に付加され、渓流水質に影響を及ぼす。源流集水域において降雨・融雪イベントに対する渓流水質の詳細な応答の把握は物質循環の観点から非常に重要であるが、日本国内の高山帯における源流集水域での既往研究はなく、未だ知見に乏しい。本研究では、気象・水文観測により降雨・融雪イベントに対する溪流の化学成分の季節変動を調査し、対象集水域の時空間的な水質変動の傾向や化学成分の起源を検討した。乗鞍岳東斜面の源流集水域内および下流へ延びる 3 本の河道にみられる渓流水を対象に調査を実施した。対象集水域内の渓流水質は陰イオンの含有比によって概ね決定しており、基底流出時の水質は Ca-SO<sub>4</sub> 型を示し、降雨イベント時には Ca-HCO<sub>3</sub> 型を示した。SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>は集水域への大気沈着量に対する流去量が著しく高く、硫化鉄の酸化による火山性の SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>の付加が要因であると推測された。降雨による主要イオンの入力量と基底流出時の渓流を介したイオン流去量は概ね同等のオーダーであったが、どのイオンも降雨時に著しく流去量が増加した。この地域からの主要イオン流去量は、季節的な濃度変動よりも降水量に強く依存していることが明らかになった。

## 1.7 地上から樹冠の生理特性を知る—樹液流・3次元葉分布情報・ベイズモデルを用いたアプローチ (花輪 光彦)

地上から樹冠の生理特性を知る—樹液流・3次元葉分布情報・ベイズモデルを用いたアプローチ

花輪光彦 (静岡大学大学院 環境森林科学コース)

大きな樹木の個葉の光合成や蒸散の環境応答をチャンバー法といった直接的な手法で調べるには、樹冠へのアクセスが必要であり、個葉1枚の測定にも多くの時間を要する。そのため、サンプル数や測定範囲が限定的になる。一方で、個体蒸散量の推定によく用いられる樹液流計測は、多個体かつ広範囲での測定が可能という個葉測定とは対照的な特徴がある。個体蒸散量は個葉蒸散速度の環境応答と樹冠内の葉面積と光の空間分布によって決定される。近年、高分解能レーザーキャナの普及により、葉分布は詳細に可能になった。また、ベイズ統計とMCMC法を用いることで、従来収束しなかった複雑なモデルでも推定が可能になりつつある。今回、これらの地上から容易に測定できる手法を用いて、個体蒸散量から個葉の蒸散速度の環境応答を推定しようと試みた。モデルでは、光—気孔コンダクタンス曲線の初期勾配と最大気孔コンダクタンスを推定した。個葉の応答が樹冠内で変化しないと仮定した場合は、パラメータの収束がよく、実測した落葉広葉樹3種の個葉データと比較しても、樹種間のおおよその傾向は一致した。発表では、樹冠内の光環境に応じた最大気孔コンダクタンスの樹冠内変異を推定するモデルについても検討する。

## 1.8 林床の光をめぐる低木層の樹木の樹形・葉の形質の変化：35樹種の適応パターン比較 (中田 貴子)

樹形と葉の形質は樹木の光獲得を決定づける重要な要素である。林冠木を対象とした既存研究では、樹木によって光環境に応じて樹形や葉の形質が異なることが明らかになっている。一方、より暗く厳しい林床を生き抜く低木層の樹木については、光環境に応じて樹形や葉の形質がどのように変化するか明らかになっていない。本研究では、低木層の多様な光環境に応じて樹木の樹形や葉の形質が敏感に変化し、その光環境に適応した形質をとることで多様な光環境に耐えて生存するという仮説を立て、低木層の様々な光環境における35樹種の光環境に対する樹形と葉の形質の関係を調査した。本州の冷温帯に属する6つの二次林において、低木層(樹高2-5 m)の樹木35樹種を対象とし、各個体の光強度、樹冠長、樹冠面積、樹冠頂部の葉の比葉面積(SLA)と葉内窒素量を調べた。調査した樹木は耐陰性から陽樹と陰樹に区分した、そして、光環境に応じた樹形と葉の形質の変化に関して、共分散分析と回帰分析を行った。その結果、陽樹と陰樹の両方で、低木層の樹木も光環境に応じて樹形と葉の形質が変化していたことがわかった。また、その変化は陽樹と陰樹で異なり、明るくなるほど陽樹は縦長の樹形で低いSLA(厚い葉)、陰樹は横長の樹形で高いSLA(薄い葉)となる傾向が見られた。低木層の樹木の光環境に応じた変化の傾向から、明るい環境では林冠木の報告と同様の形になることが示唆された。

## 1.9 分光反射特性を用いたブナの樹冠内における生化学特性の把握 (三浦 雄太)

分光反射特性を用いたブナの樹冠内における生化学特性の把握  
三浦雄太（静岡大学大学院 環境森林科学コース）

森林の光合成能力の正確な評価は様々なスケールでの炭素循環を把握する上で重要であり、特にリモートセンシングは広域スケールでの評価に有効な手法である。先行研究ではNDVIを用いて総一次生産量(GPP)を推定した研究もあるが、NDVIはクロロフィルに着眼した指標であり、直接炭素固定能力を評価しているものではない。一方Rubisco量は最大カルボキシレーション速度( $V_{cmax}$ )に強く関連しており、GPPを評価する上でより有効な指標になりうる。リモートセンシング、特にハイパースペクトルデータを用いた手法は生化学特性評価を目的に先行研究で多く活用されてきた。加えて、機械学習に基づく回帰分析があらゆる場面で用いられている。そこで、本研究ではハイパースペクトルデータと機械学習を組み合わせたブナ(*Fagus crenata*)のRubisco量推定を試みた。機械学習としてRandom forests (RF)が分類・回帰分析において有効なアルゴリズムであると指摘されていることから、本研究ではベンチマークとした。さらにRFを発展させたDeep forest (DF)の有効性も評価した。RFとDFによる推定誤差を比較したところ、双方の間に有意な差がなく、RFではモデル作成に使用していないtest dataに対してRMSE=1.15 gm<sup>-2</sup>の精度で推定することができた。

## 1.10 タイ東北部における熱帯季節林構成種の樹冠構造による光利用戦略とその時間的変異 (菅原 悠希)

タイ東北部における熱帯季節林構成種の樹冠構造による光利用戦略とその時間的変異  
菅原悠希（静岡大学 総合科学技術研究科 農学専攻）

樹木の葉分布構造は周辺樹木との競合や風や乾燥ストレスなどの周囲環境の影響を受け、それらに対する樹種ごとに異なる応答が反映されていると考えられる。本研究では同一地域内の異なる3タイプの森林において樹木個体レベルで葉分布構造を推定し、異なる環境下で樹種による葉分布構造や光の利用戦略に違いがあるのか、その葉分布構造が周囲環境の影響下で個体が光資源を獲得する上で有効なのかを調べるとともに、2年分のデータをもとに樹木の置かれた局所環境と樹冠動態の解析結果を報告する。2016年10月にタイ・サケラート環境研究ステーション(Sakaerat environmental research station)内の100m×100mの落葉フタバガキ林(Dry Dipterocarp Forest :DDF)プロットの樹木及び常緑林(Dry Evergreen Forest :DEF)落葉混交林(Mixed Deciduous Forest: MDF)内の樹木を対象に地上レーザースキャナを用いて対象の3次元ポイントクラウドデータを取得した。このデータを0.5m立方体ボクセルに分割し、ボクセル内の葉密度をポイントクラウド法で推定した。また、DDFにおいて2016年10月及び2017年10月に取得した100m×100mプロットのポイントクラウドデータを5cm立方体ボクセルに分割し、同じ位置にあるボクセル内のポイントの有無を比較することで動態の解析を行った。

## 1.11 荒廃溪流源頭部における土石流段波の発生条件と流動特性 (横田 優至)

荒廃溪流源頭部における土石流段波の発生条件と流動特性  
横田優至 (静岡大学大学院 総合科学技術研究科 農学専攻)

我が国では梅雨や台風時に土砂災害が多発しており、土砂災害の中でも人的・物的被害が大きくなるものとして土石流がある。土石流の発生・発達域は一般的に急勾配であり、物理メカニズムからは不飽和土石流の存在が示唆されているが、現地で観測した報告はほとんどない。しかし、その実態を明らかにしない限り、土石流の発生流下予測を適切に行うことはできない。そこで、本研究では静岡県中部を流れる安倍川の最源流域にある、大谷崩の北東部に位置する「一の沢」で現地観測により、不飽和土石流を含めた土石流の実態解明を試みた。タイムラプスカメラの画像データから土石流段波の波高を、圧力式水位計の計測データから飽和帯の厚さを求め、それらを対比することで飽和・不飽和土石流の流下形態を調べた。その結果、上流では不飽和土石流が多く発生していることや、発生時は不飽和であるが流下とともに飽和に変化する土石流段波があることがわかった。さらに、土石流段波が発生する直前の10分間雨量が多いほど上流から発生しやすい傾向や、土石流段波の発生場所が上流であるほど不飽和な土石流段波が発生しやすい傾向があること、上流で発生する土石流段波ほど流下距離が長くなることがわかった。

## 1.12 富士山大沢崩れにおける土石流発生条件と土砂生産の関係 (岡本 憲男)

富士山大沢崩れにおける土砂生産と土石流発生場の特徴  
岡本憲男 (静岡大学 総合科学技術研究科 農学専攻 環境森林科学コース)

土石流の発生タイミングおよび規模は、降水量と共に流域内での土砂生産や溪流内での不安定土砂の影響を受けるとされるが、未解明な部分が多い。また、土石流の発生予測には土砂生産(種類やタイミング)とそれに伴う不安定土砂の堆積状況の変化を把握する必要があるが、それらに関する研究事例は少ない。そこで、本研究では大規模崩壊地である富士山大沢崩れにおける、山腹からの土砂生産及び溪床堆積物の量に注目し、土砂生産プロセスとその特徴、および生産された土砂の溪床での堆積厚と土石流発生箇所との関係の解明に向け、既往の航空レーザー測量成果の解析を行った。解析の結果、大沢崩れの斜面における土砂生産には、年間1m以上の局所的な土砂生産である崩落タイプと、年間30cm程度の薄い侵食タイプがあり、崩落タイプには特定の年に顕著に進行する「突発的」と、毎年少しずつ侵食が進行していく「連続的」がみられた。溶岩層の厚い場所では突発的崩落が多く、溶岩層の薄い互層では連続的崩落が多いことが明らかとなった。また、溪床における土石流は溪床堆積物の堆積厚の比較的薄いところで発生しており、上流部から下流部へと発生ポイントの堆積厚を比較すると下流ほど厚くたまった箇所で発生していたことも明らかになった。

### 1.13 樹木根系による土のせん断強度補強効果の評価 (山本 蓉子)

樹木根系による土のせん断強度補強効果の評価

山本蓉子(静岡大学 総合科学技術研究科 農学専攻 環境森林科学コース)

森林の多面的機能の一つとして土砂災害防止機能が期待されており、特に樹木根系による表層崩壊の抑止は、鉛直根の伸長による杭効果として知られている。鉛直根による崩壊抑止効果を評価するに当たって、鉛直根の深度分布と鉛直根を含む土のせん断強度を測定する必要がある。しかし、現地での測定には時間と労力がかかり、また根の直径や本数を任意に変えて試験することはできない。そこで、現地調査を行うと共に、室内で疑似根を用いたせん断試験を行い、鉛直根による土の強度と補強効果を検討することにした。調査は鉛直根の分布を調査した後、現場一面せん断試験機(せん断箱の大きさは縦 20cm×横 20cm×高さ 10cm)を使用しせん断試験を行った。供試木はヒノキの41年生と39年生である。現地でのせん断試験は飽和状態で行い、供試木の根株直下の鉛直根を含む土と周囲の鉛直根を含まない土のせん断抵抗力と、せん断面に含まれている根系断面積を調査した。また、室内実験は乾燥状態で行い、荷重とせん断面に含む根系断面積の量を任意に変えた。試験を行う際の荷重は、各深度と同じ垂直荷重をかけた。結果、現地試験でも室内実験でも、せん断面の根系断面積が大きくなれば、せん断抵抗力も比例して増加することが確認できた。疑似根の断面積が増加することにより、粘着力成分が増加し、これまでの根系による補強効果として知られているものと整合することが確認できた。

### 1.14 開析程度の異なる山地流域における降雨流出特性の違い (長田 知也)

開析程度の異なる山地流域における降雨流出特性の違い

長田知也(静岡大学 総合科学技術研究科 農学専攻 環境森林科学コース)

山地流域の流出特性を把握することは、森林の洪水緩和機能および水源涵養機能の適切な評価を行う上で重要である。本研究では、山地流域を対象に開析程度の異なる流域で、流出高とEC(電気伝導度)の観測ならびにタンクモデルによる解析を行い、降雨流出特性について比較検討した。調査地は静岡県榛原郡川根本町の榛原川流域である。その支流をA流域とし、A流域内に開析程度の異なる流域としてB流域、C流域を設けた。地質は白亜紀の寸又川層群に属し、砂岩と泥岩の互層からなる。植生はスギの人工林であり、流域間で大きな違いはみられない。B流域は開析程度の低い流域であり、C流域は開析程度の高い流域である。観測結果から、開析程度の低いB流域では、開析程度の高いC流域と比較して、ピーク流出高が小さく、基底流出高が高いことがわかった。また、開析程度の低いB流域では、開析程度の高いC流域と比べて、ECが高くなる傾向がみられた。タンクモデルによる計算結果から、開析程度の高いC流域のほうが表面流出として流出しやすいと考えられ、開析程度の低いB流域のほうが、地下水流出が多くなることが考えられた。これらの結果から、開析程度の低い流域では降雨が貯留されゆっくりと流出しやすいと考えられる。

## 1.15 上高地における自然資源管理に対する合意形成過程の重層性 – 国立公園の協働型管理に着目して (矢作 郁瑠)

上高地における自然資源管理に対する合意形成過程の重層性–国立公園の協働型管理に着目して–

矢作郁瑠 (信州大学 総合理工学研究科 農学専攻 林業経済学会)

国立公園をはじめとする自然公園制度は、日本において持続可能な地域自然資源管理を実現するためのモデルとして期待されている。環境省は2014年に、行政だけでなく事業者・住民など多様な利害関係者の参画・協議によって管理方針を決定する、協働型管理による国立公園管理体制の構築を推進する方針を示した。この典型は中部山岳国立公園上高地地域である。2014年には利害関係者が参加する協議会によって、中長期的な地域管理方針「上高地ビジョン2014」が策定された。本研究では、上高地を対象として、地域自然資源管理の意思決定過程を明らかにし、協働型管理の構築の条件を探ることを試みる。調査の結果、上高地の協働型管理体制には、歴史性だけでなく、フォーマル・インフォーマルな合意形成の重層性が大きく影響していることが明らかになった。上高地では、環境省が推進する協議会方式のようなフォーマルな合意形成の場だけでなく、地域美化に端を発する地域自然保護団体「上高地を美しくする会」などによるインフォーマルな合意形成の場があり、それらが重層的な形で機能したことが協働型管理体制の構築と機能を円滑にしている。また、行政側にも河川管理をめぐる関係官庁が意見調整をおこなってきた歴史があり、これが住民側との意見調整を可能にする素地を形成していると考えられる。

## 1.16 日本列島の形成史が山岳棲昆虫トワダカワゲラ類の遺伝構造に及ぼした影響 (小池 花苗)

日本列島の形成史が山岳棲昆虫トワダカワゲラ類の遺伝構造に及ぼした影響

小池 花苗<sup>1</sup>・吉井 幸<sup>2</sup>・東城 幸治<sup>2</sup> (1 信州大学 総合理工学研究科・2 信州大学 理学部)

日本列島は今なお激しく地殻変動が生じている世界でも有数の地域である。これらの地史的要素は、日本列島の生物相形成にも大きく寄与すると考えられ、これまで日本列島において様々な分類群における系統地理学的研究が行われてきた。生物系統地理学的研究において、定着性の強い(あるいは分散力の低い)生物種群は、地理的な遺伝構造が検出されやすく、好適な対象である。トワダカワゲラ科はカワゲラ目内最小の科であり、トワダカワゲラ *Scopura* 属のみで構成される。日本列島と朝鮮半島から各4種ずつが記載されている東アジア固有の分類群である。各種の分布域は、平野・盆地や海峡などの地理的障壁により分断され、山岳源流域に孤立・散在的に分布する。さらに、翅が完全に退化した成虫は飛翔できず、本種群の集団構造は地理・地形や地史、系統進化史の影響を強く反映していると思われる。このような背景から、本種群を対象とした分子系統地理学的研究を展開してきた。本発表では、科レベルの系統進化史、日本列島産4種の各種内の遺伝構造と地形・地史などの影響について考察する。分子系統解析の結果からは、海峡や平地などの地理的な障壁による遺伝分化や山岳形成などの地史との深い関係性が示唆されるなど、興味深い結果が得られている。また、種分化や分散(分布域の拡大)や分布域縮小などのイベントには、大陸から離裂した日本列島の地史が深く影響してきたことも示唆された。種間、種内系統間ではそれぞれの進化イベントにおいて混生地域が確認されており、これらの混生地域における交雑の程度についても興味深い知見が得られた。

## 2 ポスター発表

### A グループ

#### A.1 乗鞍岳東斜面における局地風系と積雪の関連 (上原 元樹)

乗鞍岳東斜面における局地風系と積雪の関連  
上原元樹 (信州大学 雪氷学会)

本研究の対象である乗鞍岳 (標高 3026 m) の東斜面では、斜面上の雪面に影響されたと考えられる特異的な局地風系が現れる。一般的に日中の山岳斜面では相対的に暖かい空気塊の上昇 (斜面上昇風) が生じることが知られている。冬季から春季にかけての乗鞍岳東斜面では、昼過ぎから夕方を中心に斜面を流下する風 (斜面下降風) が卓越する特異的な風系となる。この風系の発生において重要な役割を果たしていると考えられるのが山岳斜面上の雪である。気温が雪の融点 ( $0^{\circ}\text{C}$ ) よりも高い場合、雪面は接地気層を冷却するように働くため、斜面上で相対的に冷たい空気塊の流下が生じる (Ayala et al., 2015)。このような「雪面上で発生する斜面下降風」と「非雪面で発生する斜面上昇風」との相互作用の結果により、本研究サイトでは特異的な風系が形成されていると考えられる。乗鞍岳を含む日本アルプスは世界的にも稀な多雪地帯として知られ、冬季には山岳地域に多量の雪が涵養される (鈴木, 2013)。積雪に覆われた地表面は、裸地や植生帯とも異なる熱力学的に特徴的な状態を作り出し、山岳の大気環境に重大な影響を及ぼしていると予想されるが、観測網の不足等の理由から山岳の大気環境の実情は把握できていないのが現状である。そこで本研究では気象観測の実測値から山岳地域の風系と積雪との関連について報告する。

#### A.2 関東・中部地方に生育するゴヨウマツとコメツガの年輪内最大密度が反映する気候要素 (下里 瑞菜)

関東・中部地方に生育するゴヨウマツとコメツガの年輪内最大密度が反映する気候要素下里瑞菜 1, 久保典子 1, 平英彰 2, 中塚武 3, 佐野雅規 4, 安江恒 5 (1 信大院, 2 タテヤマスギ研, 3 地球研, 4 早大人間科学院, 5 信大山岳研)

関東・中部地方に生育するゴヨウマツおよびコメツガの年輪内密度が反映する気候要素およびその空間的な分布を検討した。ゴヨウマツを富山県立山町ブナ坂国有林において 95 個体、栃木県白笹山において 35 個体、コメツガを栃木県切込湖において 34 個体、長野県おたのもうす平において 41 個体、それぞれ供試した。採取したコア試料を加工・抽出処理ののち、年輪デンシトメトリーにより年輪内最大密度を測定し、地点ごとに生育地を代表するクロノロジーを構築した。構築したクロノロジーと近傍の気象観測所の気象データ (気温, 降水量等) 間で単相関分析を行った。この際、既往研究の仙丈岳コメツガのクロノロジー (久保 2003) も追加し解析を行った。さらに、各クロノロジーがどの範囲の気候要素を反映しているのかを明らかにするために、KNMI Climate Explorer を用いて空間的な相関を算出した。気候要素には CRU 提供の  $0.5^{\circ}$  区画の陸地月平均気温グリッドデータを選択した。気象観測所との相関分析において、ゴヨウマツおよび仙丈岳コメツガに共通して年輪内最大密度と夏の気温との間に正の相関があった。また、グリッドデータとの相関分析において、立山ゴヨウマツは中部から東北、白笹山ゴヨウマツは中部から九州、仙丈岳コメツガは本州全体の夏の気温 (8-9 月) と比較的強い正の相関を示した。



### A.3 LAI/積雪が菅平・混交林の気温構造に及ぼす影響 (楠 健志)

LAI/積雪変化が菅平混交林の気温構造に及ぼす影響

楠 健志 (筑波大学生命環境学群地球学類)、上野健一 (筑波大学生命環境系)

森林は大気と山岳斜面の境界として重要な役割を果たしている。本州の森林は冷温帯に位置し、落葉樹林が広く分布している。開葉、落葉の時期は気温により左右され、地域差や年較差による落葉樹の開葉、落葉の時期は推定されている。しかし、落葉樹の開葉、落葉に対する林内の気温構造の研究は少ない。本研究では、筑波大学山岳科学センター菅平高原実験所内のアカマツ、ミズナラなどからなる混交林内に設置された林冠タワー (19.3m) と、隣接するススキ草原にて、2017年12月13日から2018年11月4日まで気温、風、放射量の観測を行った。林床における積雪の有無とLAI (leaf area index) の変化による林内の気温勾配の変化を観測し、季節による森林内の熱輸送の違いを明らかにすることを目的とした。積雪の有無により、林床付近の気温構造が変化した。積雪がある場合、日射による林床の気温上昇が低くなった。これは放射により暖められる林内の下草が積雪に覆われ、放射が融解熱に使われることで林床が冷やされたためであると考えられる。また、LAIの増加により、林床付近の日中の昇温や夜間の冷却が減少した。一方で、林内上層で日射による昇温が見られた。放射による加熱が林内上層に遷移し、林床では夜間の放射冷却や日中の加熱が弱まったためであると考えられる。林内での気温勾配の季節変化によって、山谷風循環や隣接する草原の気温変動に影響を及ぼしている可能性が考えられる。

### A.4 千畳敷における偏光光散乱式粒子計測器を用いた自由対流圏中のバックグラウンド鉍物エアロゾル濃度の測定 (石井 雄太)

千畳敷における偏光光散乱式粒子計測器を用いた自由対流圏中のバックグラウンド鉍物エアロゾル濃度の測定

石井 雄太 (山梨大学 大学院医工農学総合教育部修士課程 生命環境学専攻 地域環境マネジメントコース)

自由対流圏に巻き上げられた鉍物粒子は、長距離輸送され全球の放射収支に影響を与えることなどが指摘されており、自由対流圏における鉍物粒子のバックグラウンド濃度を測定することは非常に重要である。自由対流圏の大気を直接的に観測可能な木曾駒ヶ岳千畳敷 (標高 2642m) において、偏光光散乱式粒子計測器 (以下 POPC) を用いて大気エアロゾル粒子の観測を実施した。POPCは吸引したエアロゾル粒子にレーザー光を照射し、その散乱光を測定している。散乱光強度から粒径を、散乱光の偏光解消度より粒子形状を推定し、エアロゾル粒子を簡易的に3成分 (鉍物粒子、大気汚染粒子、海塩粒子) に分類している。千畳敷では通年の観測が可能であるが、雲粒を測定してしまう可能性や、谷風により山麓から輸送された粒子や登山者やホテルなどごく近傍で発生した粒子などの影響を受ける可能性がある。そこで鉍物粒子のバックグラウンド濃度を算出するため、データのスクリーニング方法を検討した。通常、個数表示の粒径分布のモード径は  $0.5\ \mu\text{m}$ - $1\ \mu\text{m}$  あるが、雲粒を測定した場合、モード径は  $5\ \mu\text{m}$ - $10\ \mu\text{m}$  にシフトした。よって、モード径を用いて、雲粒測定時のデータを削除した。その結果鉍物粒子バックグラウンド質量濃度は  $2.36\ \mu\text{g}/\text{m}^3$  となった。しかし鉍物粒子の月平均濃度は、春の黄砂飛来時期の4、5月と秋の黄砂飛来期間の10、11月で高くなっていることから、バックグラウンド濃度を算出するためには黄砂イベントも今後スクリーニングする予定である。

## B グループ

### B.1 諏訪湖におけるケイ素収支 (横内 雅大)

諏訪湖におけるケイ素収支

横内雅大<sup>1</sup>, 宮原裕一<sup>2</sup> (1 信州大学大学院総合理工学研究科, 2 信州大学山岳科学研究所)

珪藻は水生生態系での重要な一次生産者であり, その増殖において窒素やリンとともにケイ素を必要とする. 長野県中央部に位置する諏訪湖においても, ケイ素の多寡による藻類群集の変化が確認された. しかし, 諏訪湖におけるケイ素濃度変化の要因やケイ素収支は不明である. そこで本研究の目的は, 諏訪湖および流入河川水中のケイ素濃度の季節変動と諏訪湖のケイ素収支の解明とした. 諏訪湖の溶存態ケイ素濃度を上げる要因として溶存態ケイ素の河川流入, 底質からの溶出, もしくは懸濁物質からの溶出が挙げられる. また, 下げる要因としては珪藻による吸収や湖水の入れ替わりが挙げられる. 溶存態ケイ素を吸収した後の珪藻は湖水中に浮遊, 湖底に堆積, もしくは河川流出すると考えられる. 諏訪湖および流入河川水中の各形態のケイ素濃度を計測し, その季節変動を観察することに加え, 底質や懸濁物質からの溶出速度を明らかにすることで, 諏訪湖におけるケイ素収支を推定した. これらの各ケイ素フラックスを比較すると, 諏訪湖のケイ素収支の中で, 河川流入・河川流出が大きいことが明らかとなった. そこで, 流入河川ごとに溶存態ケイ素濃度を比較してみると, 諏訪湖集水域東部で濃度が高い傾向が見れ, その東部の中でも標高の高いところほど濃度が高かった. ただし, 河川水中の溶存態ケイ素濃度には明瞭な季節変動が見られず, 流入河川からのケイ素フラックスは, 河川流量(降水量)に大きく左右されることが示された.

### B.2 大気中有機窒素及びメチルアミンに関する研究 (平井 亜季)

大気中有機窒素及びメチルアミンに関する研究

平井亜季<sup>1</sup>, 松本潔<sup>1</sup>, 中野隆志<sup>2</sup> (1: 山梨大学生命環境学部環境科学科 2: 富士山科学研究所)

エアロゾル中有機窒素には, 新粒子を生成しエアロゾルの数を増やす効果が期待されるアミン類や, 氷晶核となって雲をつくり太陽光を散乱するタンパク質の存在が報告されているが, 研究事例は少ない. そこで本研究では, 森林と都市で採取したエアロゾル及びガスについて, 有機窒素及びその一部であるメチルアミンの分析を行い, それらの濃度分布や発生源などの解明を試みた. 多段式インパクター法及び葉液含浸フィルター法を用いて, フィルター上に粗大粒子(粒径 2-10  $\mu\text{m}$ ), 微小粒子(粒径 2  $\mu\text{m}$  以下), 酸性ガス, 塩基性ガスを捕集した. 富士吉田市のアカマツ林外と甲府市の都市域で, 2017年の12月から2週間ごとに試料を採取した. フィルターを超純水中で超音波抽出後, TOC/TN 計で水溶性有機炭素及び水溶性全窒素(WSTN), イオンクロマトグラフで主要イオン成分, 液体クロマトグラフでメチルアミンを測定した. WSTN と無機窒素( $\text{WSIN}=[\text{NO}_3\text{-N}]+[\text{NO}_2\text{-N}]+[\text{NH}_4\text{+}\text{-N}]$ )との差から水溶性有機窒素(WSON)を求めた. WSON/WSTN 比は, エアロゾルとガスを合わせて17%又は19%であり, 有機窒素は重要な窒素成分であることが分かった. また, エアロゾル中 WSON は, 粗大粒子より微小粒子中に多く存在していることから, 燃焼過程や二次生成が発生源として重要であると考えられる. メチルアミンの濃度は平均すると微小粒子>ガス>粗大粒子の順に高かった. 微小粒子中とガス相中のいずれにおいても, メチルアミンは夏にかけて濃度が増加していた.

### B.3 富士北麓における降水中主要成分の森林への沈着に関する研究 (小河 卓也)

富士山麓における降水中主要成分の森林への沈着に関する研究

小河卓也<sup>1</sup>, 松本潔<sup>1</sup>, 中野隆志<sup>2</sup> (1: 山梨大学生命環境学部環境科学科 2: 富士山科学研究所)

森林生態系への大気からの物質供給経路には湿性沈着と乾性沈着があり、乾性沈着にはエアロゾル由来とガス由来のものがある。これらの大気沈着物は林冠における物質の吸収・溶脱による林冠交換の影響を受けるが、湿性沈着と乾性沈着により大気から供給された物質が林冠交換を経て林床に至る沈着メカニズムには未解明な点も多い。そこで本研究では、大気から林床への主要成分の沈着メカニズムの解明を目的とする。富士山麓にある富士山科学研究所実験林（アカマツ林）及び圃場において、林内雨と林外雨をバルク法、樹幹流をガーゼトラップ法、エアロゾル及びガスを多段式インパクト法及び薬液含浸フィルター法にて採取した。降雨サンプルは濾過し、エアロゾル及びガス成分を採取したフィルターは超純水中にて超音波抽出後、濾過をして試料液とした。TOC/TN 計を用いて全窒素 (TN) を、イオンクロマトグラフを用いて主要イオン成分 ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ) を測定した。林外雨から湿性沈着量を、林内雨と樹幹流の和から全沈着量を求め、全沈着量と湿性沈着量の差を乾性沈着量とした。 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{K}^+$  は乾性沈着の寄与が大きく、有機窒素 (ON) と  $\text{NO}_3^-$  については両者の寄与は同程度、 $\text{NH}_4^+$  は湿性沈着の寄与が大きいことが分かった。 $\text{Na}^+$  を乾性沈着のトレーサーとして林冠交換量を求めると、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{NH}_4^+$  は林冠において吸収されており、 $\text{K}^+$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ 、ON は林冠から溶脱していることがわかった。

### B.4 大井川上流域における溪流の多地点水文解析 (輿水 康二)

大井川上流部付加体堆積岩地域を対象とした溪流の多地点観測による水文地形特性の検討

輿水康二<sup>1</sup>), 山川陽祐<sup>2</sup>), 北本楽<sup>1</sup>) 1) 筑波大学 生命環境科学研究科 山岳学位プログラム専攻, 2) 筑波大学 生命環境系

空中写真判読に基づく既往の危険箇所抽出法(地すべり地形分布図)は、土砂移動形態や斜面の不安定性(斜面の変形速度)の判定にやや曖昧な部分がある。こうした中、近年では、高精細なDEMが全国的を網羅するように整備され、地質図などのデータとともに地形・地理情報を用いてGIS上で地すべりの地形解析が行われるようになってきた。さらには、溪流の流量や電気伝導度(EC)などの水文指標による危険箇所抽出の有用性も近年多く報告されている。このような精度の高い指標を重ね合せて検討することにより、情報が相補され、(地すべりや深層崩壊などの)大規模崩壊の危険箇所抽出や危険度評価の確度向上などへ応用が可能と考えられる。本研究は、そのような一連の検討の一環として、大井川上流域付加体堆積岩地域を対象として、多地点での(18溪流)の水文調査及び基本的な地形解析を行い、近接する複数の流域間における水文地形学的な特性の差異について検討した。地質の異なる大井川の左右岸の流域群に大別すると、左岸域は、勾配が緩やかであり、溪流ごとの比流量および水温のばらつきが小さかった。一方で、右岸域は、勾配が大きく、溪流間の比流量および水温のばらつきが大きかった。また、ECについては右岸域より左岸域の値の方が高い傾向が認められた。

## C グループ

### C.1 諏訪湖における生態系変化解明に向けた一次生産量の把握 (高見 伊織)

諏訪湖における生態系変化解明に向けた一次生産量の把握

高見伊織<sup>1</sup>・宮原裕一<sup>2</sup> (1 信州大学理学部・2 信州大学山岳科学研究所)

近年、諏訪湖(長野県)では、アオコの減少、水草の増加、ワカサギの漁獲量の減少など、その生態系に変化が生じている。この諏訪湖生態系変化の仕組みを明らかにするためには、その基盤となる一次生産量の過去と近年の比較が必要と考えた。そこで本研究では、明暗ビン法を用いた諏訪湖の一次生産量の比較と培養実験による一次生産量の推定を試みた。明暗ビン法では、諏訪湖の湖心において各水深(0.5,1.5,3,5m)で実験を行い、呼吸量、純生産量を算出した。培養実験では、5段階の照度を用いて培養することで照度と純生産量の関係や呼吸量を求め、水深毎の照度から水深毎の一次生産量を算出し、明暗ビン法との比較を行った。明暗ビン法でアオコが頻繁にみられた1977-96年と2015-18年の総生産量、呼吸量、純生産量を比較すると、総生産量には変化が認められなかったが、呼吸量には減少傾向、純生産量には増加傾向が認められた。呼吸量の減少は生物量の減少によるもの、純生産量の増加は透明度の上昇により光合成可能範囲が拡大したことが原因と考えた。培養実験をもとに推定した一次生産量と現場での明暗ビン法から求められた一次生産量の比較を行ったところ、培養実験により推定した呼吸量、純生産量は、いずれも明暗ビン法よりも大きかった。

### C.2 千曲川における下水処理排水が付着藻類の一次生産に及ぼす影響 (中城 由佳里)

千曲川における下水処理排水が付着藻類の一次生産に及ぼす影響

中城由佳里<sup>1</sup>・宮原裕一<sup>2</sup> (1 信州大学 理学部・2 信州大学 山岳科学研究所)

近年、下水道の普及に伴い多量の下水処理水が公共水域に放流されている。今後、下水処理水が流れ込む水域を活用していくためには、下水処理水がその水域の生態系にどのような影響を及ぼすのかを明らかにすることが重要である。そこで、本研究では千曲川で下水処理水の影響が少ない常田(上田市)と、下水処理水の影響が大きい下塩尻(上田市)の河川水と付着藻類を組み合わせることで培養実験をすることで、下水処理水が付着藻類の呼吸や光合成にどのような影響を及ぼすのか調査した。培養実験では(1)常田の水×常田の付着藻、(2)常田の水×下塩尻の付着藻、(3)下塩尻の水×常田の付着藻、(4)下塩尻の水×下塩尻の付着藻の4つの処理区を設けた。実験の結果、(3)のみ培養後半でChl.aあたりの最大純生産が大きく低下した。このことから、下水処理水は、通常下水処理水に曝されていない付着藻類の活性を低下させると考えられた。また、培養の前半後半ともに(4)の呼吸量が多かった。しかし、(4)では培養前後で溶存有機炭素濃度の差があまり見られず、培養後に水中のNH<sub>4</sub>-NがNO<sub>3</sub>-Nへと変化していた。このことから(4)での酸素消費は、有機物の分解ではなく、共存する硝化細菌によるNH<sub>4</sub>-Nの硝化によるものと考えられた。

### C.3 諏訪湖におけるリン収支について (市川 雄貴)

諏訪湖におけるリン収支について

市川雄貴<sup>1</sup>・宮原裕一<sup>2</sup> (1 信州大学理学部, 2 信州大学山岳科学研究所)

諏訪湖水中の全リン濃度は下水道が整備されて以来大きく減少し、湖水中のリン濃度は、底質が関わる湖内循環が大きく影響するようになったと考えられている。本研究は諏訪湖におけるリンの湖内循環を明らかにするため、季節的なリン濃度の変化や収支、それに影響を与えている要因を解明することを目的とした。2017年秋に諏訪湖の24の観測地点でエクマン・バージ採泥器を用いて、2018年の6月と7月に4カ所の観測地点で簡易コアサンプラーを用いて底質を採取した。コア試料は2cmごとに切り分け、ここでは表層の0-2cmを分析に供した。リンの抽出はCDB, NaOH, HClの連続抽出を行い、測定にはモリブデン青-アスコルビン酸吸光光度法を用いた。また、リンと共沈するとされる鉄についても、2017年に採取した試料のCDB抽出画分を原子吸光光度法で測定した。2018年6月に採取したコア試料と、それ以前にエクマン・バージ採泥器を用いて採取した試料とでは、リン濃度・組成に殆ど差異は見られなかった。2017年秋試料のCDB抽出画分に含まれていたリンと鉄濃度には強い正の相関が認められ、この画分のリンは鉄と結合していたものと考えられた。また、鉄の供給源と考えられる水田に近い湖南部では底質中の鉄濃度が高く、湖外からの流入した鉄が沈殿していることが示唆される。

### C.4 諏訪湖における水草分布と底質の性状 (古郡 千紘)

諏訪湖における水草分布と底質の性状

古郡千紘<sup>1</sup>・吉原茜<sup>1</sup>・宮原裕一<sup>2</sup> (1 信州大学理学部・2 信州大学山岳科学研究所)

かつての諏訪湖では、沈水植物が水深4m程まで生息していたが、水質の悪化や埋め立てにより水草の分布域が縮小し、植物プランクトンが優占する湖に変化した。しかし、近年はヒシやクロモの繁茂が目立つようになった。本研究では、湖内の水草分布を決める環境要因を明らかにするため、2017年と2018年の夏に諏訪湖の9地点で水草と底質を採取した。試料は乾燥させ、CDB, NaOH, HClを用いた連続抽出を行い、リン含有量を測定した。底質は含水率も測定した。諏訪湖からヒシ、クロモ、アサザ、ヒロハノエビモ、ササバモ、エビモの6種の水草を得た。ヒシとクロモは水深0.8mから2.4m(地点①③④⑤⑥⑦⑧⑨)で見られた。アサザは水深0.8m(地点③)、ヒロハノエビモとササバモは水深1.5m以下(地点②⑥⑦)で見られた。エビモは水深1.9m(地点①)で見られた。水草のリン濃度はクロモで高く(最大8.7mg-P/g)、それ以外の水草はクロモの1/3程度だった。底質のリン濃度は地点①⑤⑧⑨で高く(約1.7mg-P/g)、地点③⑦ではその1/3程度だった。粒径の指標となる底質の含水率はほとんどの場所で約80%であったが、地点③⑦はその約1/2だった。以上より、アサザ、ササバモ、ヒロハノエビモは、リンが少なくても浅い砂地を好むと考えられた。一方、ヒシやクロモでは、その有機態リン濃度と底質のCDB無機態リン濃度に正の相関がみられ、これら水草は、リンの多い底質を好むと考えられた。

## C.5 水生植物による多環芳香族炭化水素類の代謝と抱合化に関する研究 (佐藤 丈墨)

水生植物による多環芳香族炭化水素類の代謝と抱合化に関する研究

佐藤丈墨<sup>1</sup>・笠原由博<sup>2</sup>・宮原裕一<sup>3</sup> (1 信州大学理学部・2 信州大学大学院・3 信州大学山岳科学研究所)

多環芳香族炭化水素類(PAHs)は、複数のベンゼン環が縮合した構造を持つ有機化合物の総称であり、なかには有害性を持つものも含まれている。動物や陸上植物は取り込んだPAHsを代謝し抱合化することが知られている。先行研究では、水生植物のヒシがPAHsの一種であるピレン(Pyr)を1-ヒドロキシピレン(1-OHPyr)に代謝し、抱合化することを明らかにしたが、その定量はなされていない。そこで本研究では、様々な水生植物にPyrを曝露し、その代謝物の定量を試みた。諏訪湖で採取した水草(ヒシ、アサザ、クロモ、ササバモ)にPyrを曝露した。その後、酵素を用いた脱抱合実験を行い、脱抱合処理による1-OHPyrの増加から抱合体の存在を確認した。Pyrを曝露したヒシ浮葉の水溶性画分をグルコシダーゼ処理すると、1-OHPyr量は対照の25.2ng/g-wetに対し51.7ng/g-wetまで増え、抱合体の存在が確認された。ヒシ浮葉以外は脱抱合処理をしても1-OHPyr量は増えなかったが、植物種によって検出された1-OHPyr濃度に差が見られ、沈水植物であるササバモとクロモは、浮葉植物であるアサザやヒシと比べ1-OHPyrへの代謝能力が弱いと考えられた。また、同じヒシでも浮葉は1-OHPyr量が多く、水中葉は少なかったため、部位により、Pyrの代謝が異なることも明らかとなった。

## C.6 千曲川中流域における流下懸濁物質の季節変動と生物利用 (中村 隆幸)

千曲川中流域における流下懸濁物質の季節変動と生物利用

中村隆幸<sup>1</sup>・宮原裕一<sup>2</sup> (1 信州大学大学院・2 信州大学山岳科学研究所)

千曲川中流域では、造網型濾過食者であるヒゲナガカワトビケラが優占種である。その餌である流下懸濁物質について、粒径別(1-75  $\mu\text{m}$ , 75  $\mu\text{m}$ -250  $\mu\text{m}$ , 250  $\mu\text{m}$ -1000  $\mu\text{m}$ )に、その量、質および起源について調査を行った。重量濃度およびクロロフィルa濃度とも、全懸濁物質のうち粒径1-75  $\mu\text{m}$ の粒子が大きな割合を占めていた。この粒径1-75  $\mu\text{m}$ の粒子の窒素含量は、それよりも粒径の大きな粒子とほぼ同程度であったが、その炭素含量は低かった。このように粒径1-75  $\mu\text{m}$ の粒子は、C/N比が低く、水生昆虫にとって栄養価の高い餌と考えられた。さらに、炭素安定同位体比から、懸濁物質を構成する付着藻類と陸上植物リターの比を算出したところ、粒径1-75  $\mu\text{m}$ の粒子は、それよりも粒径の大きな粒子よりも付着藻類の割合が高いと推定された。これは、粒径1-75  $\mu\text{m}$ の粒子のC/N比が低いことと矛盾しない。懸濁物質中の付着藻類の割合は流速と強い負の相関が認められた。これは、降雨により水位が上昇し陸上植物片が河川内に流入やすくなることや、上流部の河床に溜まっていた陸上植物リターが流出しやすくなるためと推察された。また、付着藻類現存量の増加も、懸濁物質中の付着藻類の割合に一定の影響を与えていた。

## D グループ

### D.1 気象庁御嶽山田の原ボーリングコア（JMA-V27）の層序とその意義（竹下欣宏）

気象庁御嶽山田の原ボーリングコア（JMA-V27）の層序とその意義  
竹下欣宏・広瀬莉佐（信州大学 教育学部 山岳科学研究所 地形地質・防災研究部門，JR 東海）

御嶽山が中長期的に監視を強化すべき火山に選定されたことを受け、気象庁は2009年に南東麓の田の原において、観測機器の設置に際し、深度101.1 mのボーリングコア（JMA-V27）が採取された。御嶽山の中央部には、新期御嶽火山の活動初期に発生した大規模な爆発的噴火によるカルデラが推定されている。しかし、このカルデラはその後の噴出物により覆われているため、従来の調査では形状や埋積過程に関する知見は十分得られていない。今回のボーリングコア掘削地点は、推定カルデラの縁付近のため、JMA-V27 コアは、カルデラの形状や埋積過程に関する情報を秘めている可能性がある。本コアの岩相と層序の概要は、火山噴火予知連絡会コア分析グループ（2011）により報告されているが、個々の地層の対比は詳しく検討されていない。そこで、本研究では記載岩石学的性質等に基づき、JMA-V27 コアと古期・新期御嶽火山噴出物との対比を検討した。その結果、今回の掘削地点では、古期御嶽火山の三笠山溶岩層の上位に新期御嶽火山の噴出物が整然と積み重なっていることが明らかになった。さらに、この地点では古期・新期御嶽火山噴出物の境界が、地下約49 mにあることが判明した。本掘削地点は、三笠山溶岩層が地表に露出する地点から数10 mしか離れていないことから、新しい火山噴出物が堆積する以前は、現在の山頂方向に傾いた急崖が存在した可能性が高い。急崖が存在した可能性が高いにも関わらず、火山噴出物が比較的欠損なく整然と堆積していることから、新期御嶽火山の初期の活動で形成されたカルデラは、その後の火山活動により急速に埋積された可能性がある。

## D.2 松本盆地に分布する梓川水系土石流堆積物の起源 (滝口 大智)

松本盆地に分布する梓川水系土石流堆積物の起源

Origins of the Azusa River system debris flow sediments distributed in Matsumoto Basin

滝口大智 (信州大学総合理工学研究科理学専攻理科学分野地球学ユニット)

長野県中部に位置する松本盆地西部には信濃川水系の梓川が北アルプスを水源に流れており、段丘堆積物、崖錐および崩積堆積物、扇状地堆積物、氾濫原堆積物、現河床堆積物を含む完新統が分布している(原山ほか, 2009)。原山ほか(2009)では低位III段丘堆積物である丸田面を構成する堆積物には下位の段丘堆積物に含まれない安山岩類が含まれており、碎屑物の後背地や供給源岩が変化したことを示した。また、丸田面には縄文後期以降の遺跡が発見されているが、それ以前の遺跡は発見されていない(梓川村誌編纂委員会, 1994)ため、縄文後期の始まる4000年以前には成立していたことになるが、詳細な年代は定まっていない。吉田(2018)では松本市倭の礫採取場において丸田面の堆積学的な性質を検討し、3層の礫層を確認した。最下層の礫層は大規模な土石流による堆積物の可能性が高く、梓川上流域での自然ダムの決壊や、大規模な斜面崩壊などが関連する可能性が示された。本研究では段丘堆積物の堆積時と現在で供給源がどのように変遷したか検討するために、吉田(2018)で確認された礫層の基質中に存在する粘土鉱物と梓川増水時に上流部で採取した懸濁水の粘土鉱物を同定した。また、新たに松本市島内の土取り場において調査を行い、礫層の観察、試料の採取、丸田面の成立した詳細な年代を検討するために有効な材化石の搜索を行った。粘土鉱物の同定は現在進行中であり、材化石は年代測定に有効なものが未だ確認できない。

## D.3 香川県豊島・小豆島に分布する土庄層群および讃岐層群における堆積相・堆積環境の検討 (山下 祐磨)

西南日本では、漸新世から中新世に生じた活発な構造地質学的運動により、四国地域の新生代堆積物の多くは散在的に分布する。本研究では四国地域における古第三紀から新第三紀の堆積物が分布する香川県北部の小豆島・豊島地域に分布する古第三系土庄層群(Saito, 1962)の海成層-陸成層および、讃岐層群下部の凝灰角礫岩・凝灰岩を対象として行う。土庄層は貝化石群集の検討(松原, 2000)、渦鞭毛藻化石(栗田ほか, 2000)と炭酸塩のストロンチウム同位体年代(山本ほか, 2000)の検討から、始新世-漸新世に相当する(森・香西, 2003; 松原, 2006)。讃岐層群の凝灰角礫岩は土庄層群を不整合に覆う淡水成層とされており、放射年代は $13\pm 1\text{Ma}$ を示している。四国地域の古第三系および新第三系の年代的な考察はなされているが、四国地域に分布する古第三系-新第三系に関する古環境復元は年代的な考察に比べて断片的であり、化石群集に対応する堆積相解析を含めた検討、さらにそれを元にした堆積環境の検討は十分になされていない。加えて、土庄層群と讃岐層群の間における年代的・層序的關係性または土庄層群内における層序間關係性については未だ議論の余地がある。さらに、土庄層群はその他地域における古第三系、例として神戸層群などとの比較は不十分であり、本層群の堆積相解析を詳細に行うことは、古瀬戸内区周辺における地質学的変遷および古環境の復元に重要な役割を示すと考える。



#### D.4 ヒマラヤ山脈の隆起・削剝を堆積物から読み取-ネパール西部カルナリ川沿いのシワリク層群を例として- (山内 高広)

ヒマラヤ山脈の隆起・削剝を堆積物から読み取る-ネパール西部カルナリ川沿いのシワリク層群を例として-

山内高広 (信州大学 総合理工学研究科 理学専攻 理科学分野 地球学ユニット)

ヒマラヤ山脈はインド亜大陸とユーラシア大陸の衝突が現在でも続いている地域である。この地域は山脈形成時のテクトニクスや気候への影響を考えるうえで重要であり、地質学のみならず様々な分野で研究が行われているが、山脈の形成過程については現在でも未解決な問題が存在している。したがって、本研究ではヒマラヤ山脈を構成している岩石の隆起、削剝についてより詳細な情報を得ることを目的として、ネパール西部カルナリ川沿いに分布するシワリク層群の堆積物に注目し、堆積物中の鉱物観察及び化学組成分析を行った。堆積物中の鉱物観察結果より、カルナリ川沿いに分布するシワリク層群の堆積物は約1100万年前を境に、高変成度の岩石に含まれる十字石、藍晶石が出現する。粉碎した試料より拾い出したザクロ石、電気石について化学組成分析を行い、年代ごとの組成の分布を見た。結果として、年代に百万年から二百万年の差異があるものの、これまで先行研究で報告されてきたシワリク層群における高度変成岩由来の鉱物の出現に対応して、鉱物の化学組成分布にも変動が見られる。これらの結果より、研究地域に分布するシワリク層群では約1200万年前からヒマラヤ山脈において高変成度の岩石が広く削剝を受けるようになったことを示している。

#### D.5 最終氷期以降のスイスアルプス (マッター谷) における地形変動史-宇宙線生成核種 Be-10 による解析- (木附 貴哉)

最終氷期以降のスイスアルプス (マッター谷) における地形変動史-宇宙線生成核種 Be-10 による解析-

木附貴哉 (筑波大学 生命環境科学研究科 山岳科学学位プログラム)

最終氷期最寒冷期以降、氷河氷床が高緯度・高標高へと後退するとともに、それまで氷に覆われていた地表が露出した。解氷後の岩盤露出に伴うマスマーブメントの発達、晩氷期及び小氷期の氷河再前進と再後退、堆積物内における永久凍土環境の変動により地形は多様化し、複雑な景観を創り出した。個々の氷河・周氷河地形の発達プロセスについては多くの知見が蓄積されてきたが、山岳地形をより巨視的に捉えると、それぞれの地形の発達プロセスにおける関係性、形成年代順序や環境条件など多角的な視点による研究は為されていない。スイスアルプスは高山地域における個々の氷河・周氷河地形の形成プロセスについて研究が進んでおり、時代とともに高山地域の地形が変化してきた様相を体系的に研究するためのモデルケースとなり得る。本研究では、スイス南部のヴァリス地方におけるマッター谷を調査対象地域とし、宇宙線生成核種 Be-10 を用いることで、氷河・周氷河地形の発達年代やそれぞれの地形の関連性を調査する。また、岩石氷河の地温測定及び ArcGIS による岩壁からの岩屑供給量の算出によって、現在の永久凍土環境及び岩屑供給量と地形規模の相関性を推定し、岩石氷河の発達条件を議論する。これらの多角的な視点から、谷内部における一連の地形発達プロセスを解明することを目的とする。

## D.6 インド洋ベンガル湾における深海堆積物中の重鋳物を用いたヒマラヤ地域の地史の検討 (小野塚 寧々)

インド洋ベンガル湾における深海堆積物中の重鋳物を用いたヒマラヤ地域の地史の検討

小野塚寧々・吉田孝紀 (信州大学 総合理工学研究科 修士2年・地形地質・防災研究部門)

ヒマラヤ地域はインド亜大陸とアジア大陸の衝突によって生じ、急激な隆起が現在も継続している地域である。ヒマラヤ地域の急激な隆起に伴って生じた莫大な量の碎屑物は、ガンジス川・ブラマプトラ川を經由し、インド洋の海底に広がる世界最大の海底扇状地『ベンガルファン』に堆積している。海洋底の堆積物は風化・侵食を受けないことから、ベンガルファンの堆積物はヒマラヤ地域の削剥の連続的な記録を残しているとされ、以前より研究がなされてきた。IODP354次航海では、海底河川の移動に伴う堆積域の変動も含めたうえでヒマラヤ地域の地史を明らかにするため、北緯8度帯に沿った7地点での掘削が行われた。本研究では、IODP354次航海で得られた砂質試料中の重鋳物を取り出し、鋳物種や量比の垂直変化をもとに、後背地であるヒマラヤ地域で広域に露出していた地質体の特定を試みた。結果、1 Ma以前の試料に超苦鉄質岩由来の鋳物が産出すること、また、ザクロ石・角閃石の出現から、中-後期更新世に後背地において角閃岩相の変成岩が広く露出していた可能性があるという結果が得られ、これらは、先行研究と矛盾しない結果であった。

## D.7 土岐砂礫層中の碎屑物を用いた後背地の検討 (本間 和樹)

土岐砂礫層中の碎屑物を用いた後背地の検討

本間和樹 (信州大学総合理工学研究科修士2年) 吉田孝紀 (地形地質・防災研究部門)

本研究は岐阜県東濃地方に分布する瀬戸層群土岐砂礫層の調査を行い、そこに含まれる砂質堆積物から後背地を推測することを目的とする。土岐砂礫層は岐阜県の飛騨山地 (飛騨川水系) や東部の阿寺山地 (木曾川水系) の山麓に位置しており、これらの山地から供給されたと考えられる。森山・丹波 (1985) は土岐砂礫層の礫組成などから後背地を推定したが、礫として残りにくい花崗岩等の考慮されていないと考え、砂質堆積物からのアプローチを試みた。また濃飛流紋岩体を後背地とする飛騨川水系および花崗岩類を後背地とする木曾川水系の現世パー堆積物からも砂質堆積物を採取・観察し、地質体と河川砂の関係を求めた。現生の河川砂と地質体との関係として、花崗岩分布域周辺ではアルカリ長石および石英の割合が高く微斜長石もみられること、濃飛流紋岩類の分布域では流紋岩の岩片が非常に多いことがあげられる。土岐砂礫層の砂質堆積物の傾向として、長石類の割合が全体的に低く、ほとんどの地点で石英を6割以上含むが一部では流紋岩片を6割以上含んでいる。土岐砂礫層の後背地としては流紋岩片が多く長石類が少ないことから濃飛流紋岩体の広く分布する飛騨川水系によるものと考えられる。しかしながら流紋岩片が少ないものもあり検討が必要である。

## D.8 中央ネパール，カリガンダキ川支流の現世河川堆積物における鉍物組み合わせ (増田 麻子)

中央ネパール，カリガンダキ川支流の現世河川堆積物における鉍物組み合わせ  
増田 麻子（信州大学大学院総合理工研究科 修士2年）吉田 孝紀（地形地質・防  
災研究部門）

ヒマラヤ山脈は大陸同士の衝突によって形成され，現在も隆起し続けている造山帯である．ヒマラヤ山脈の形成に関しては様々な研究がなされており，多くはヒマラヤ地域由来の碎屑物の鉍物組み合わせからヒマラヤ地域の隆起の地史について考察している．そのため，供給源の地質体を構成する鉍物を明らかにすることは不可欠である．Morton et al.(2004)は露頭から採取したサンプルから得られる鉍物組み合わせや化学組成は極めて限定的であると考えている．その上で，河川堆積物中の鉍物粒子を利用することで集水域に分布する地質体の代表的な鉍物組み合わせを網羅できると主張している．中央ネパールを流れるカリガンダキ川はヒマラヤ地域を供給源とする碎屑物を大量に運搬しており，支流の河川系は周辺の地質体より碎屑物を集めている．そのため，その河川堆積物はヒマラヤ地域の地質帯の代表的な鉍物組み合わせや量比を反映すると考えられる．本研究では，この現世の河川堆積物中に焦点を当て，テチスヒマラヤ帯，高ヒマラヤ帯，低ヒマラヤ帯にかけての代表的な鉍物組み合わせとその多様性を把握することを目的とした．堆積物のサンプルに含まれる鉍物組み合わせおよび重鉍物の量比を検討したところ，おおよそ，各地質体の鉍物組み合わせを反映するものとなっていたが，一部先行研究では報告されていない鉍物が出現していた．

## E グループ

### E.1 ヒノキ人工林における林内降雨と地表流発生の関係について (岡島 可奈)

ヒノキ人工林における林内降雨と地表流発生の関係について

岡島可奈 (静岡大学 総合科学技術研究科 農学専攻 環境森林科学コース)

従来、下層植生に覆われた森林土壌は大きな浸透能を有するためホートン流は起こらないとされてきた。しかし近年、下層植生や林床被覆が貧弱になった森林内でホートン型地表流が起こっていると報告されている。(辻村ら、2009) また林内降雨には集中滴下点があり、空間的なばらつきが大きいことが知られている。林内の降雨量は、間伐に伴うギャップの形成・再閉鎖など観測地点上部の樹冠の状態に大きく影響を受けることが知られている。(延廣ら、2016) そこで間伐強度の異なる林内での林内降雨と地表流の関係を明らかにするために静岡県浜松市天竜区の静岡大学地域フィールド科学教育センター・天竜フィールド内の平成27年11月に伐採を行った伐採強度の異なる三区間(皆伐区・間伐区・対称区)で調査を行った。調査方法は航空レーザー測量を用いて樹冠投影図を作製し、伐採強度の異なる三区間に樹冠投影図を参考にしながら、間伐区に5カ所、皆伐区に3カ所、対称区に5カ所の地表流タンクと林内降雨タンクを設置し、2-3週間ごとにデータの回収を行った。また、下層植生の被覆率や種類の特定を行った。

## **E.2 Comparison Frequency of Landslide Based on Differences Rainfall Level in Harvested and Non-Harvested Area in Ikawa (AL NURIZA RAHMADANIA)**

COMPARISON FREQUENCY OF LANDSLIDES BASED ON DIFFERENCES OF RAINFALL LEVEL IN HARVESTED AND NON-HARVESTED AREA IN IKAWA

AL NURIZA RAHMADANIA

Graduate School of Integrated Science and Technology, Shizuoka University, Japan  
Faculty of Agriculture, Shizuoka University, Japan

Landslide is one of detrimental disasters and happened repeatedly in mountainous areas around the world. The event of landslide had a big potential to happen during heavy rainfall event. Big rainfall intensity can increase the amount of water in soil and may cause pore water pressure become higher. After heavy rainfall, unsaturation zone may be filled by water till almost saturated. If soil strength is weak, it is easily to sliding down in slope area. Soil strength can be obtained by vegetation, in addition to produce the organic material, another part of vegetation that are inside the soil consisting of roots are useful to binding and increasing soil mechanical strength. Differences of rainfall level and the existences of vegetation would create a different landslide frequency. The objective of this study is to examine the landslide frequency in harvesting histories in Ikawa forest. Where, landslide frequency in harvested and non-harvested area were caused by heavy rainfall intensity will compare with landslide frequency caused by small rainfall intensity. This study will use GIS analysis. Topographic characteristics, slope inclination and elevation of landslides derived from digital elevation data (DEM). Landslide area, harvested and non-harvested areas data will extract from the visual interpretation of the aerial photographs. Rainfall data will obtained by Ikawa University Forest. Field survey also will conduct in this research.

Keyword: Landslide, Rainfall Intensity, Harvested and Non-harvested Area, Comparison

### **E.3 Effect of Forest Harvesting on Sediment Transportation at Mountain Area (KAUTSAR QURRATUL AINI BINTI MAHYUDIN)**

Effect of Forest Harvesting on Sediment Transportation at Mountain Area of Tenryu Forest

Kautsar Qurratul Aini Binti Mahyudin

(Graduate School of Integrated Science and Technology, Shizuoka University, Japan, Faculty of Agriculture in Environmental and Forest Resource Science)

This study will be performed at Tenryu Forest, Hamamatsu to investigate the effect of forest harvesting on sediment transportation where the dominant of suspended sedimentation loads will be determined and compared between forest harvesting and non-forest harvesting area to develop better mitigation measure. The sedimentation rate on hillslope at 4 different land cover sites will be compared, then the potential mean yearly of sediment loss at forest harvesting area can be determined. How forest harvesting can influence the sediment transport activities at mountain area can be examined by methodologies of soil moisture monitoring, soil sample and sediment trap placement at 4 site areas. Hence there is a need for an action, despite the uncertainties of predicted changes, but actions require concrete context. The impact of rainfall on soil sample can be known by collecting the soil sample from unharvested forest with 10 bulk replicates and placed at every 4 sites include the unharvested forest area. Sediment trap placement is to estimate loss of material from hillslope area in the sediment where 5 sediment traps will place by randomly at each site. Rainfall intensity is very important factor where the close relationship between sediment transport and rainfall intensity is due to impact of raindrops on soil surface in high intensity storms cause increased soil particle detachment and the higher the rainfall intensity result in higher infiltration excess runoff rates, and much greater transport of suspended sediment load.

Keywords: Sedimentation, Harvesting, Rainfall, Soil Moisture, Tree Height.

#### E.4 雲仙普賢岳における崖錐発達の実態と土石流発生との関係 (北本 楽)

雲仙・普賢岳における崖錐発達の実態と土石流発生との関係

北本楽 (筑波大院), 経隆悠 (森林総研), 篠原慶規 (宮崎大農), 堀田紀文 (東京大農), クリストファーゴメス (神戸大院海事科学), 酒井佑一 (東京大院), 阪本実紀 (神戸大海事), 山川陽祐 (筑波大生命環境系)

火山地域では山腹に堆積した火砕流堆積物を材料として、噴火が沈静化した後でも、降雨により土石流が発生することが知られている。雲仙・普賢岳では1991年に、火山噴火に伴い火砕流および土石流が発生し、人家や道路に甚大な被害が発生した。現在では噴火活動は沈静化した、火砕流堆積斜面において、ガリーの拡大、土石流場への土砂供給、土石流の発生が続いている。土石流発生場の地形条件が土石流発生に影響することは知られているが、火山地域において崖錐等の微地形が土石流発生に与える影響を検討した研究はいまだ少ない。崖錐発達等の微地形条件を合わせて評価することで、土石流の発生基準雨量のみを用いた予測よりも、より精度の高い土石流発生予測が可能になる。

本研究では、雲仙・普賢岳水無川流域の炭酸谷と極楽谷の隣接する2つのガリーにおいて、UAVを用いた地形測量による崖錐の位置や発達の把握を行った。また、インターバルカメラによる土石流観測を行い、崖錐の発達と土石流発生の関係を検討した。

その結果、2つのガリーにおいて崖錐の数や土石流非発生期間の崖錐発達傾向が異なることが明らかとなった。また、炭酸谷では土石流が発生したが、極楽谷では土石流が発生せず、土石流発生頻度も異なることがわかった。これらは、炭酸谷と極楽谷の流域面積や水文特性などのガリーの特性に違いがあると考えられる。

## F グループ

### F.1 紀伊半島におけるガガンボカゲロウの遺伝構造と地史との関係—山岳形成による生物の分散経路の開拓— (竹中 將起)

紀伊半島におけるガガンボカゲロウの遺伝構造と地史との関係—山岳形成による生物の分散経路の開拓—

竹中 將起 (信州大・総合工)・常磐 哲也 (信州大・理)・東城 幸治 (信州大・理)

生物の分布は、様々な要因が複合的に関係しあって決定されている。生物のそのものの系統進化史や生理・生態的な特性、他の生物種群との相互作用などの生物要因だけでなく、生息地における非生物的要因の影響も大きい。中でも地理・地形や地史に関しては、生物の分布域決定において大きな影響を及ぼし、生物の多様性や遺伝構造に影響を与える。山岳形成やそれに伴う河川形成などの物理的な障壁の形成は、生物の分散（遺伝子流動）を妨げることにより、異所的種分化を駆動し、生物多様性を創出する。日本列島は、生物多様性における世界的「ホットスポット」に指定されるほど生物多様性が高い地域である。さらに、激しい地殻変動の影響を受け、現在の日本列島が形成されてきた。そのような中でも紀伊半島南部には、その地域固有の生物が多数分布し、紀伊半島における地殻変動の影響を強く反映させた生物相が形成されると考えられている。ガガンボカゲロウ *Dipteromimus tipuliformis* は、山岳源流域に適応した科レベルで日本固有のカゲロウであり、本研究において、日本列島の各地域において、遺伝的に細分化していることを究明した。また、紀伊半島におけるガガンボカゲロウの系統進化史は、紀伊半島の山岳形成と強い関係が明らかとなった。さらに、地殻変動による集団の分断だけでなく、山岳形成による移動・分散を駆動する傾向も認められた。地史イベントによる生物の多様性創出だけでなく、分布域の拡大を駆動するメカニズムを提案すると共に、生物種の系統進化研究の成果から地史年代の推定へと寄与するようなことも目指し、今後の生物学と地質学分野のより強い融合の重要性を提案する。



## F.2 中部山岳地域に生息する陸生ヨコエビの系統地理学的研究 —琵琶湖集団との遺伝構造の比較を通して— (河内 理子)

中部山岳域に生息する陸生ヨコエビの系統地理学的研究

町田 啓<sup>1</sup>・\*河内 理子<sup>2</sup>・東城 幸治<sup>3</sup> (1 屋代中学校、2 信州大院・総合理工、3 信州大・理学系)

ヨコエビ類(甲殻亜門・端脚目)に属する殆どの種は水生である。この中で陸上環境に適応しているのがハマトビムシ科のヨコエビ類である。本研究では、ハマトビムシ科の中で北海道から沖縄にかけ日本広域に生息するものの、その遺伝構造における研究が乏しいニホンオカトビムシ *Platorchestia japonica* を対象に、中部山岳域と琵琶湖周辺の地域集団に注目して分子系統解析を行った。元来、海岸線付近の陸上に生息する *Platorchestia* 属の種が、諏訪湖周辺に生息することは不思議である。また、琵琶湖から日本各地へ淡水性生物が人為移植された事例がよく知られる。当初、諏訪湖周辺に生息する本種についてもその事例に該当するのではないかと考え、この仮説の検討を目的に研究に着手した。分子系統解析の結果、琵琶湖集団と諏訪湖集団は系統が大きく分化し、諏訪湖集団は人為移植ではない自然集団の可能性が高いと考えられる。加えて、琵琶湖集団と同じ系統内に糸魚川-静岡構造線の東側に位置する高田平野や金井池周辺の集団が含まれ、これらの集団は諏訪湖集団と遺伝的に分化していることが示唆された。また、諏訪湖周辺と高田平野では上記2つの系統が混生している可能性がある。糸魚川-静岡構造線東側は、中新世には南西日本と北東日本を分断する海峡で構成されていたとされる「フォッサマグナ」という地域の西端に当たる。諏訪湖周辺にも本種が自然分化していることは、フォッサマグナ時代の海岸線が近いことに関連があるのかもしれない。フォッサマグナが堆積物と火山活動による隆起にて陸繋した後、糸魚川-静岡構造線東側にて2系統に分化、その後二次的な接触をした可能性がある。

### F.3 中部山岳域の池沼における水生昆虫相と池沼環境の関係 (井上 恵輔)

中部山岳域の池沼における水生昆虫相と池沼環境の関係

井上恵輔、東城幸治(信州大・理・生物)、高岡貞夫(専修大学)

山岳域では標高に沿って環境が激的に変化し、これに伴って生物相も大きく変化する。そのため山岳域全体では高い生物多様性をもつと考えられる。その中でも高標高域は固有性・希少性を多く含むユニークで脆弱な生態系が成立した地域である。しかし、世界的に危惧されている気候変動によって、高標高域に適応した種は絶滅の危機にさらされている。これらの高山帯を含め、山岳域には池沼が点在しており、これらは陸生生物にとっての水飲み場や水生生物の貴重なハビタットを提供することから、その重要性は高いものと考えられる。しかし、特に高山帯における小規模な池沼は、その存在さえも重要視されておらず、どのような生物相であるかの知見が皆無である。これらの理由から、高標高域の山岳池沼での調査は急務である。本研究は山岳池沼においてどのような種がどのような環境に生息しているのか、すなわち山岳池沼における水生動物の群集構造を明らかにし、山岳生態系への理解をより深めることを目的とした。中部山岳域内の高標高域に存在する23の池沼において、水生昆虫相とそれらが生息する池環境の調査を行い、これらの関係性を明らかにするために多変量解析を行った。その結果21の池沼において合計7目16属の水生昆虫が採取され、高標高域の止水環境において多くの種が生息していることが分かった。特にアミメトビケラ属 *Oligotricha* sp.、マメゲンゴロウ *Agabus japonicus*、ユスリカ科 *Chironomidae* spp. は多くの池に生息しており個体数も多かった。解析の結果、山岳池沼の環境と水生昆虫相の関係において興味深いことが明らかになったのでここに報告する。

## G グループ

### G.1 サラシナショウマの3送粉型における繁殖様式の分化—異なる送粉者環境に着目して— (田路 翼)

サラシナショウマの3送粉型における繁殖様式の分化-異なる送粉者環境に着目して-  
田路 翼 (信大院・総合理工)、石本 夏海、市野 隆雄 (信大・理・生物)

サラシナショウマには異なる生態的特徴を持ち、遺伝的に分化した3送粉型(タイプI・II・III)が存在する。タイプIの送粉者はマルハナバチ類が多く、タイプIIにはチョウ類が訪れ、タイプIIIにはハエ類が主に訪れる。タイプ毎に繁殖様式が異なっており、タイプIでは両性株の他に雌性株が高い頻度で見られ、タイプIIでは両性株と雄性両全性株(両性花と雄花を持つ)が見られる。タイプIIIは主に両性株で、自殖率が高い。本発表では、3タイプが異なる繁殖様式を持つ理由を、送粉者と関連させて検討する。

送粉者の「量」(時間あたり訪花頻度)と「質」(一回訪花あたりの結果率)を2年間に渡って測定したところ、訪花頻度はタイプIでは花期を通して高く、タイプIIでは花期の最初期と後半において著しく低く、タイプIIIは花期を通して低かった。タイプIには質の高い送粉者が訪れ、タイプIIの送粉者は送粉能力が低かった。タイプIにおける高い訪花頻度と送粉能力は集団内の過剰な花粉供給を引き起こし、花粉の受け取り手である雌性株が集団内に維持できると考えられる。一方、タイプIIの花期の後半には送粉者不足による花粉制限が生じ、雄花が花粉の供給源として機能するため集団内に維持されると考えられる。タイプIIIは季節を通して訪花頻度が低く、繁殖が保証される自殖を行うと考えられる。以上のようにサラシナショウマは、異なる送粉者環境に適応して繁殖様式を分化させた可能性がある。

### G.2 高所撮影システムを利用したコマクサ群落の高精度検出技術 (渡邊 修)

高所撮影システムを利用したコマクサ群落の高精度検出技術  
渡邊 修 (信州大学 山岳科学研究所 陸上生態系部門)

国土の7割を占める山岳地帯では、厳しい自然環境に適応した高山植物やライチョウなど特有の動植物が生息している。高山帯に生息する動植物は環境変動の影響を受けやすく、個体群の変動をモニタリングすることは、重要度の高い生態系の保全を進める上で重要な取り組みとなる。本研究では高山植物のコマクサ群落を対象に、高解像度小型カメラ、高所撮影三脚、ジンバル(カメラの角度制御機構)を組み合わせた高所撮影システムを用い、画像処理によってコマクサ群落を効率的に検出する手法を検討した。2017年から2018年の夏季に北アルプスおよび御嶽山において登山道沿いに生育するコマクサ群落の撮影を行い、RGB画像からコマクサ群落の検出を行った。ArcGISの画像分類ツールを用い、トレーニングデータを用いて機械学習による画像分類を実施した。決定木学習を用いてコマクサ群落の検出に有効なRGB値の組み合わせを検討した結果、Blue>90, Red<=118, Green>122のツリーに88.6%のサンプル例数が含まれ、識別に有効なRGB値が明らかとなった。画像分類によるコマクサ群落の検出精度は9割程度であり、一部、岩石や他植生との誤分類が含まれたが、コマクサ群落のRGB値は他植生とは大きく異なっており、比較的容易に区分することが可能となった。

### G.3 4種類の土壌 pH 調整剤の野外散布による外来植物防除実験 (宮本 和)

#### 4種類の土壌 pH 調整剤の野外散布による外来植物防除実験

宮本和・山本裕加・井上太貴・河合純・芳澤あやか・關岳陽・田中健太（筑波大学・山岳科学センター）

人間活動の変化により、外来植物の増加と在来植物の減少が問題となっている。在来植物が競争に負ける要因として、土壌の変容が考えられる。日本は酸性土壌である黒ボク土が広く分布していることが世界的な特徴であり、在来植物はこれに適応してきたと考えられる。しかし近年、土壌改良や道路敷設等の影響で土壌の酸性度が弱まったことが、外来植物の繁茂を促進している可能性がある。先行研究により土壌 pH が下がると外来植物が減ると報告されているが、研究された植物種は少なく、また、pH 自体が主要因かどうかは十分に検証されているとは言えない。本研究では、複数の資材を用いて pH を下降・上昇させる野外実験が、多種の在来・外来植物および土壌動物に与える影響を調べる。土壌 pH 下降資材として塩化アルミニウム 6 水和物・ピートモス・硫黄華、土壌 pH 上昇資材として消石灰を、菅平高原の 3ヶ所の草原で 6月に散布し、土壌酸性度（水抽出時 pH と置換酸度）の変化、維管束植物各種の出現、外来植物種ごとの茎数を 6-9月に追跡し、9月には地上部を刈り取って各種乾重を測った。散布区外の植生に与える影響についても調査を行った。その結果、置換酸度と外来植物茎数の間に明瞭な関係があり、置換酸度 3.0 以下の中性付近では外来植物茎数・乾燥重量割合が増え、3.0 以上の弱酸性では外来植物乾燥重量割合が減った。塩化アルミニウム資材が置換酸度を高める効果が最も高く、その散布区では他処理区に比べ外来植物 4種（オオブタクサ・カモガヤ・ヒメジョオン・ムラサキツメクサ）の茎数が特に減った。現在、各資材による植物種組成・土壌動物組成への影響と、資材散布が散布区外の植生に与える影響について、解析中である。

### G.4 高山植物コマクサの生物系統地理学的研究：北海道中部・大雪山系内にみられた遺伝的境界とその形成過程に関する考察 (尾崎 貴久)

#### 高山植物コマクサの生物系統地理学的研究：北海道中部・大雪山系内にみられた遺伝的境界とその形成過程に関する考察

尾崎貴久・松田浩和・東城幸治（信州大学）

コマクサ *Dicentra peregrina* は高山帯の砂礫地に生育し、高山荒原植物群落を代表する植物である。高山砂礫地は稜線上の風化が激しく起きるような場所や火山の周囲に点在する不安定な環境である。そのため、コマクサの分布は強く制限され、高山植物のなかでも特に気象や地理・地形・地質学的影響を強く受けていると考えられる。本研究では、日本列島におけるコマクサの分子系統解析を実施し、他の高山植物で得られている結果と比較することで、系統進化史に対する生育環境の影響について検討する。その結果、日本列島のコマクサは 2つの主要遺伝系統群で構成されており、その境界は北海道の山岳間に存在するという興味深い結果が得られた。先行研究で報告されてきた多くの高山植物では、中部山岳域と東北地方の山岳の間に遺伝系統群の境界が検出されており、コマクサにおける遺伝構造は大きく異なった。すなわち、他の高山植物とは大きく異なる分布形成史をもつことが示唆される。また、北海道内において、本州の山岳と共通する遺伝系統群が検出された山域は、北海道に固有の遺伝系統群が検出された山域より古い年代に形成されたことが示されている。本発表では日本列島のコマクサで見出された遺伝構造と、そこから導き出されたコマクサの分布形成史に関する可能性を報告する。

## G.5 草原の時間的連続性が植物・蝶類群集に与える影響：3地域での実証（井上太貴）

草原の時間的連続性が植物・蝶類群集に与える影響：3地域での実証

井上太貴1・矢井田友暉2・上原勇樹2、勝原光希2、河合純1、關岳陽1、高嶋敬子2、宮本和1、山本裕加1、丑丸敦史2、田中健太1（1筑波大学・山岳セ、2神戸大学）

半自然草原は管理放棄・森林化によって大部分が失われ、草原性動植物の多くが絶滅の危機にある。草原には、古くから草原だった場所が今も草原として残る古い草原と、一度森林化し近年再草原化した新しい草原の2つがある。近年、植生履歴の効果は群集生態学の中で重要視されるようになってきたが、草原での研究は限られている。私達はこれまでに、菅平地域において、草原の時間的連続性によって植物種組成が大きく変わることを報告した。今回、調査地を菅平・白馬・霧ヶ峰の3地域に拡げ、菅平では新たに蝶類の調査を加え、草原の植生履歴の影響をより広範に検討した。維管束植物種数は、菅平地域では古草原・新草原・森林の順に多く、他地域でも同様の傾向だった。3地域のいずれでも、古草原と新草原の間で植物種組成が異なっていた。新草原と森林の間の種組成は、古草原と森林の間よりも似る傾向があった。蝶類群集は季節によって異なり、早期では古・新草原の間で種組成が異なり、晩期ではその違いがなくなった。植物と違って移動性がある蝶類では、調査地点だけでなく周囲の時間的連続性にも影響されているようだ。また、指標種分析の結果、植物・蝶類ともに古い草原の指標種が多く、古い草原に特有の生物群集が残っている可能性が高い。以上から、新しい草原は森林化の影響が残っており、古い草原の特徴を取り戻していないこと、また、蝶類は特に発生早期に植生履歴の影響が顕れることが分かった。

## G.6 マメ科高山植物イワオウギの系統地理学的解析（長谷川 慎平）

マメ科高山植物イワオウギの系統地理学的解析

長谷川慎平（信州大・院・総合理工）、川井友裕（信州大・理）、瀬尾直登（京都大・生存研）、佐藤修正（東北大・院・生命）、矢崎一史（京都大・生存研）、高梨功次郎（信州大・理、信州大・山岳研）

マメ科植物と根粒菌の共生関係は約6000万年前に成立し、ある程度厳格な宿主特異性を維持しながら現在に至ると考えられているが、二者間の宿主特異性の変遷の実態は明らかになっていない。そのため、宿主植物と共生根粒菌のそれぞれの系統関係から、共生関係の変遷の推定を試みることにした。これまでに我々が行った日本の高山に広く分布するマメ科高山植物であるオヤマノエンドウ (*Oxytropis japonica*) およびその *Mesorhizobium* 属根粒菌を対象とした研究では、日本列島のオヤマノエンドウは北海道の系統と本州の系統に分化していることおよび、オヤマノエンドウ根粒菌は大きく3系統に分かれるが共生遺伝子群は単系統となることをそれぞれ明らかにした。本研究では、日本の高山に広く分布し、オヤマノエンドウとは別属に分類されているイワオウギ (*Hedysarum vicioides*) およびその共生根粒菌を研究対象とし、オヤマノエンドウで得られた結果が、マメ科高山植物に普遍的な現象であるかどうかを検証した。日本の7山域より採取したイワオウギについてSSRを用いた集団遺伝構造解析を行ったところ、日本列島のイワオウギは採取山域毎にまとまる傾向が認められた。続いて、それらに共生する *Mesorhizobium* 属根粒菌について分子系統解析を行ったところ、根粒菌は採取山域に関わらず複数系統に分かれるが、その一方で共生遺伝子群については単系統となることが示された。本発表ではこれらの結果を踏まえ、日本のマメ科高山植物と根粒菌の共生関係について考察する。

## G.7 来年の調査計画について—気候変動の山岳生態系への影響— (徳永 智美)

来年の調査計画について—気候変動の山岳生態系への影響—

徳永智美<sup>1</sup>, 下野綾子<sup>2</sup>, 廣田充<sup>3</sup> (1 筑波大学大学院生命環境科学研究科, 2 東邦大学理学部, 3 筑波大学生命環境系)

高山生態系は最も気候変動に脆弱な生態系と考えられる。その理由として、寒冷環境に適応した生物群集から構成されていること、生態系の規模が小さく、隔離分布していること、多くの希少種・固有種から群集が構成されていること(工藤2017)に加え、生物の年間生育期間が短いこと(工藤2017)など、生物の生存、存続にとって、とても厳しい環境であることが挙げられる。気候変動が日本の高山植物に及ぼす影響については、Kudo and Suzuki(2003)と工藤ら(2012)が、それぞれ北海道の山岳域と中部山岳域の生態系における植物構造の変化や植物群落の開花フェノロジーの変化を報告している。また、下野(2018)は、中央アルプス木曾駒ヶ岳周辺での長期モニタリングによって種の総出現頻度の増加やハイマツの拡大、ガンコウランやミネズオウなど矮生低木の被度の増加を指摘している。昨年施行された気候変動適応法(平成30年1月10日環境省地球環境局)に基づき、今後、高山生態系の気候変動への適応策を考える上で、変動がどの程度のスピードで進行しており、実際に何が起きているか等の情報を把握することは必要不可欠である。以上のことを踏まえ、今回は、下野(2018)の調査結果を踏まえて、中央アルプス木曾駒ヶ岳周辺の高山植生の変化のメカニズム解明を中心とした今後の調査計画案を示す。

## G.8 河川からの距離に着目した尾瀬ヶ原牛首周辺の植生分布 (牧田 瞳)

河川からの距離に着目した尾瀬ヶ原牛首周辺の植生分布

牧田瞳<sup>1</sup>, 野原精一<sup>2</sup>, 廣田充<sup>3</sup> (1 筑波大学生命環境学群生物学類, 2 国立環境研究所, 3 筑波大学生命環境系)

尾瀬ヶ原は本州最大の高層湿原である。現在行われている総合学術調査を通して、尾瀬ヶ原の水位や植生の変化が懸念されるようになった。そのため尾瀬ヶ原の自然の現状を把握し、変化を明らかにすることが必要だ。私は、尾瀬ヶ原の植生の現状を把握した上で、その変化メカニズムを解明することを目的として研究を行っている。初年度は、湿原を横断する河川からの距離に応じた植生分布の変化と、近年増加が指摘されているヤチヤナギ(*Myrica Gale* var. *tomentosa*)の分布パターンの把握を目的として調査を行った。尾瀬ヶ原牛首において、上ノ大堀川に垂直になるように引いた2本の調査ライン(各100m)上に、1m×1mのコドラートと水質測定用の塩ビパイプを5m毎に計21個設置した。各コドラートにおいて、2018年8月と9月に全植物種の被度(%), 最大草丈、地下水位、pH、EC、DO、水温を計測した。ヤチヤナギに関しては、各コドラート内に約0.5m×0.5mの小コドラートを設置し、小コドラート内全てのヤチヤナギの高さ、地際直径、葉群高を計測した。調査ライン上の微地形はKASHMIR 3Dを用いて推定した。出現種数は約50種であった。ヤチヤナギの高さは、変動はありつつも起点からの距離に応じて低くなっていた。地下水位の変化幅は大きいところで約23cmであった。今後はその他の調査項目について解析を進め、植生分布とその要因について考察していく予定である。

## G.9 ドローンによる草原生植物の花の検出 (山本 裕加)

ドローンによる草原生植物の花の検出

山本裕加・徳永幸彦・田中健太 (筑波大学・山岳科学センター)

現在、草原は過去に例がないほど急速に減少しており、草原性希少植物の保護が急務である。広い草原における希少種の分布把握に有効だと考えられるのがリモートセンシングである。これまで主流だった人工衛星・航空機によるリモートセンシングと比べ、近年急速に進歩しているドローンは低い高度からの撮影が容易であるため、サイズの小さい草原性植物の種・個体レベルでの判別に有望である。しかし、ドローン画像による植物種同定の可能性については賛否両論がある。そこで本研究では、樹木等の障害物に遮られずに視認性が高い草原において、ドローン画像から植物種の花を検出することを試み、希少植物の広域分布把握に向けた有効性を検討した。菅平高原の草原4地域において、ドローン (Inspire 2, DJI 社) を用いて約2-50 mの高度から動画撮影し、パノラマ化処理によって静止画像化した。その中からマツムシソウ・コウリンカ・ウツボグサの花を、色相・彩度・輝度の特徴を抽出することで自動判別することができた。低高度からの画像ほど検出精度は高かったが、目視での判別には劣った。一方で、花が複数集まっている箇所は30 m程度の高い高度から撮影した画像からでも検出が可能だった。撮影高度や植物種による検出精度の違いや、検出された各植物種の花の密度についても、現在解析中である。

## G.10 ミヤマハタザオの低標高3集団における有毛・無毛個体の適応度追跡：高標高から低標高への移住荷重はあるのか？ (關 岳陽)

ミヤマハタザオの低標高3集団における有毛・無毛個体の適応度追跡：高標高から低標高への移住荷重はあるのか？

關 岳陽1・金井日向子2・芳澤あやか1・田中健太1 (1 筑波大学山岳科学センター、2 信州大学農学部)

異なる環境に適応している個体・遺伝子の流入によって集団の適応度が減少することを移住荷重という。生物の分布や適応を制限する可能性のある要因だが、野外での実証研究は少ない。アブラナ科植物のミヤマハタザオは、標高0-3000 mの標高に適応し、標高間での局所適応しているため移住荷重を実証する好材料である。低標高集団は無毛型、高標高集団は有毛型である。また、近距離の上流に高標高集団が有る低標高集団には有毛・無毛個体が混在する。本研究では、1) 低標高集団の有毛個体は高標高からの移住個体なのか、2) 低標高集団では有毛個体の方が適応度が低いのか、を遺伝解析と個体群統計学調査によって調べた。南・中央・北アルプスの高・低標高集団から各集団30個体のマイクロサテライト8座を解析した。各低標高集団を2018年春夏秋に訪れて100-200個体を標識し、生存・花茎数・果実数・毛の有無を測定した。いずれの集団でも、無毛個体の方が茎の増加に従う果実数の増加が多かった。また、3つの流域で低標高集団の有毛個体は無毛個体と比べて高標高集団と近縁であり、高標高集団から低標高集団に向かう遺伝子流動系があることがわかった。よって、1) 低標高の有毛個体は高標高集団由来、2) 低標高集団では有毛個体の方が適応度が低いことが、示唆された。

## G.11 天竜川水系の河川周辺の草原植生に成立する希少植物群落の構造と外来植物との関係 (中原 美穂)

天竜川水系の高水敷に成立する希少植物群落の構造と外来植物との関係  
中原美穂 (信州大学 大学院 総合理工学研究科 農学専攻 環境共生学分野)

近年、河川固有植物や草原性植物の減少や絶滅が全国的な問題となっている。天竜川水系の河川敷ではタカサゴソウやイヌハギ、スズサイコ等の希少植物の生育地が残存しており、群落単位での保全が重要である。本研究では本水系の高水敷における希少植物群落の特性と立地環境条件を把握し、成立要因や現状を解明することを目的とした。各調査プロットの面積は4m<sup>2</sup>で、高水敷に計30個設置した。群落調査は植物社会学的調査法を用いて、2018年に実施した。また、群落の立地環境条件を把握するために、光環境調査等を行った。植生調査の結果、全出現数は48種で、出現種の相対積算優占度を用いTWINSPAN解析によって、群落と出現種を分類した。その結果、30プロットは、5群落型に分類され、出現種は8種群に分類された。共通種は、特定外来生物のオオキンケイギクや在来木本のテリハノイバラ等であった。希少植物が集中した、イヌハギ-ハリエンジュ型やタカサゴソウ-シバ型では外来木本のハリエンジュの優占度が高く、オカルガヤ-イタチハギ型でイタチハギの優占度が高かった。オオキンケイギクが優占した群落では群落構造の大きな変質が起きていると考えられた。また、在来、外来木本の優占度が高いことから、草本群落の樹林化の進行が指摘された。希少植物の保全策として、オオキンケイギクを含む競合種の駆除、遷移進行を抑制する目的とした植生管理が重要である。

## G.12 標高勾配に沿ったミヤマハタザオの遺伝構造の検出 (平尾 章)

ゲノムワイドなSNPsによる異質倍数体種の集団遺伝構造の検出：モデル倍数体植物ミヤマハタザオを例に

平尾章<sup>1</sup>, 恩田義彦<sup>1</sup>, 畠山剛臣<sup>2</sup>, Timothy Paape<sup>2</sup>, 清水(稲継)理恵<sup>2</sup>, 清水健太郎<sup>2</sup>, 田中健太<sup>1</sup> (1 筑波大学山岳科学センター菅平高原実験所, 2 チューリッヒ大)

倍数化とは、ゲノムが倍化して遺伝子数が増加する現象であり、動物、植物、菌類に共通して見られる。特に被子植物では、全ての種が進化の過程において1回以上の倍数化を経験しており、野生植物のみならず有用な作物においても倍数体種は普遍的に認められる。しかしながら倍数化によって重複した遺伝子配列を区別して取り扱うことの難しさから、集団遺伝学的な研究が遅れてきた。そこで本研究では、モデル植物の近縁種間の交雑に由来する四倍体種であるミヤマハタザオ (*Arabidopsis kamchatica* subsp. *kamchatica*) を材料に、異質倍数体種の集団遺伝構造の検出を試みた。本州中部の幅広い標高帯に分布するミヤマハタザオ26集団を対象に、RAD-Seqによって得られたゲノムワイドなSNPs (一塩基多型) がどちらの交雑親のサブゲノムに由来するかを判別した上で、集団遺伝学的な解析をおこなった。その結果、本州中部のミヤマハタザオが北部と南部で異なる集団構造を持つこと、その一方で地理的位置を反映しない多系統的な集団が少数ながらも分布していることが明らかになった。これらの結果と合わせて、異なるサブゲノム別に検出した遺伝変異パターンの共通性と違いについて議論する。



### G.13 標高0–3000m に分布するミヤマハタザオ集団の発芽と初期成長特性：標高適応機構の理解に向けて (芳澤 あやか)

標高0–3000m に分布するミヤマハタザオ集団の発芽と初期成長特性：標高適応機構の理解に向けて

芳澤あやか・關 岳陽・田中健太 (筑波大学山岳科学センター)

アブラナ科植物・ミヤマハタザオ *Arabidopsis kamchatica* ssp. *kamchatica* は、0–3000 m という幅広い標高に分布しており、その適応機構が興味深い。これまでに、高標高集団では全ての個体が葉や花茎に毛があるのに対し、低標高集団では無毛個体の割合が大きいことが分かっている。そこで、標高適応における葉毛の機能解明を目的として、耐霜性・耐紫外線性・被食防衛機能に注目した室内および圃場栽培実験に取り組む。今回は、栽培実験の準備の中で得られた、様々な標高の集団の発芽と初期成長特性について報告する。主に中部山岳地域の44集団で採取された種子を、各集団について100–500粒使用した。4℃の冷蔵庫内で一週間、吸水・滅菌・層化处理を行い、その際、珪砂を敷いたシャーレに播種してから覆砂し、昼20℃・12時間、夜10℃・12時間の条件で発芽させた。各集団について、同属のシロイヌナズナに対する発芽促進作用が確認されている植物ホルモン・ストリゴラクトンを散布する場合としない場合を設けた。発芽後の種子は、昼22℃・16時間、夜19℃・8時間の条件で栽培した。現在、ストリゴラクトンが発芽に与える効果やその標高依存性と、初期成長特性と標高の関係について検討しており、これらについて報告したい。

### G.14 侵略性低木フサフジウツギ (*Buddleja davidii*) の生態特性の解明 (内藤友貴)

侵略性低木フサフジウツギ (*Buddleja davidii*) の生態特性の解明

内藤友貴・渡邊修 (信州大学 農学部 植物資源科学コース)

中国原産の半落葉性低木であるゴマノハグサ科のフサフジウツギは、侵略性を持つため環境省の重点対策外来種に指定されている。樹高は3.4mに達し、河川敷などの攪乱地において生育が確認されている。近年、長野県伊那市の三峰川水系に本種が侵入・定着し、分布域を拡大している。三峰川水系は南アルプスを源とし、カワラニガナやシナノナデシコ等の希少な植物種が存在する。本種は河川敷に純群落を形成するため、これらの植物種や在来生態系へ影響を与えることに加え、景観が悪化することも懸念される。そのため、本種の生態特性を明らかにし、適切な防除プログラムを実施することが必要である。しかし、フサフジウツギの発芽特性や繁殖効率等の生態特性は不明な点が多い。本研究の目的は、本種の発芽特性および種子が死亡する条件の解明、繁殖効率の推定などの生態特性を解明することである。発芽試験を行った結果、フサフジウツギの種子は休眠がごく浅く、冷湿処理を行った種子との間の最終発芽率に有意差はなかった。また、発芽に光要求性はなかった。種子浸水2週間で半数の種子が死亡したため、種子の水没によって生態的防除が可能となる。繁殖効率を調べた結果、花序長、1果実の平均種子数、地上20cmの直径(基部直径)を用いて、1シュート当たりの種子数 =  $52.02 * (e^{(0.097 * (\text{基部直径}) + 7.208)})$  という回帰式を得た。1シュート当たりの種子生産数は約8.9万から223万の幅を示した。

## H グループ

### H.1 クズの葉の調位運動が群落の受光態勢と光合成効率に及ぼす影響 (岩本 啓己)

クズの葉の調位運動が群落の受光態勢と光合成効率に及ぼす影響  
岩本啓己・渡邊修 (信州大学大学院総合工学系研究科)

調位運動とは光の強さや方向に反応して葉の角度が変化する運動のことであり、マメ科など多くの植物に見られる。本研究ではマメ科多年生植物であるクズの調位運動の有無による受光量と光合成パラメータの差異を調査することで、群落の受光態勢と光合成効率に及ぼす影響を検討した。実験は2018年9月に長野県伊那市の三峰川河川敷のクズ群落にて行った。9月16日の日没前に草冠を防鳥ネットで覆い調位運動を抑制した区を処理区とし、調位運動を抑制しなかった区を無処理区とした。処理開始から9月20日までの草冠からの深さが0 cm、20cm、40cmの水平受光量と葉身受光量を測定するとともに、9月17、18、19日に各層位の葉が受ける光強度とクロロフィル蛍光を測定した。水平受光量の草冠に対する相対値は、深さ20cmでは処理により有意に小さくなったが、40cmでは有意差は認められなかった。処理区では草冠の葉が一様に強い光を、群落内部の葉が一様に弱い光を受けていたのに対し、無処理区では深さ0cmと20cmの葉が受ける光強度は幅広い値をとった。無処理区の光化学IIの最大量子収率(FvP/FmP)は処理区より深さ0 cmで大きく、深さ20cmで小さくなった。これらの結果から、調位運動が群落内の浅い層位への光透過を増やし、光阻害などのストレスの影響を草冠だけでなく群落内部の葉にも分散させていると考えられた。

### H.2 オオブタクサ群落の光環境と個葉の光合成動態 (関根 秀明)

オオブタクサ群落の光環境と個葉の光合成動態  
関根秀明・渡邊修 (信州大学大学院 総合理工学研究科)

北米原産の外来植物であるキク科のオオブタクサ (*Ambrosia trifida* L.) は日本各地の畑地や河川敷で繁茂している強害雑草であり、畑作物・在来植物との競合を引き起こすほか、花粉症の原因にもなっている。オオブタクサは草丈が6mにもなり、日本国内では最大級の一年生草本である。オオブタクサが密生すると群落内は非常に暗い光環境となり、下層植生がほとんど発達しないため、オオブタクサは純群落を形成する。オオブタクサが純群落を形成したとき、その生育密度に依存して葉群構造は大きく変化する。オオブタクサが高密度で生育すると、低密度で生育した場合と比べ、主茎へのアロケーションが増加し、葉の更新速度が増加するため、葉群の分布はより群落の上部に位置するようになる。これは密度で異なる光環境に対する形態的な可塑性が引き起こした結果であると考えられるが、オオブタクサの葉群構造が変化する生理的なメカニズムは明らかになっていない。本研究では、密度の異なるオオブタクサ群落の光環境や、個葉が展開してから枯死するまでのクロロフィル蛍光パラメータおよびSPAD値の動態を比較した。加えて、オオブタクサの光環境に対する応答を定量的に評価するために、個葉の光合成と更新速度のモデル化を検討し、密度条件間で比較した。葉の更新速度は、展開時のSPAD値が低く、個葉の光合成量が少ない高密度群落の葉で顕著に早くなることが示された。

### H.3 富士北麓フラックス観測サイトのカラマツ林における個葉光合成季節変化のモデリング (北川 雄一)

富士北麓フラックス観測サイトのカラマツ林における個葉光合成季節変化のモデリング

北川雄一 (信大院総)・小林元 (信大 AFC)・高橋善幸 (国環研)・三枝信子 (国環研)

国立環境研究所富士北麓フラックス観測サイトのカラマツ林において、カラマツ針葉の葉温別 CO<sub>2</sub>-光合成曲線を月別に測定し、最大カルボキシル化速度 (V<sub>cmax</sub>) と最大電子伝達速度 (J<sub>max</sub>) の温度依存性の季節変化を調べた。得られた Farquhar モデルのパラメータを用いて、月別の温度-光合成曲線を作成した。また、気象観測器から得られた気象データを Farquhar と Ball-Berry のモデルに代入し、野外における日最大光合成速度の推定を行った。モデルシミュレーションの結果、日最大光合成速度は新葉を展開して間もない5月から7月まで高い値を示し、8-9月に緩やかに低下し、落葉前の10月に急激に低下する季節変化を示した。モデルシミュレーションによる日最大光合成速度の推定値は実測値と概ね一致したが、秋季においては推定値が実測値より低い値を示した。これは野外測定に用いたチャンバーが温室効果によって、野外の気温より高い値を示したためである。夏季の大気飽差が高い日の推定光合成速度は、実測値と同様に一時的に低下していた。Farquhar モデルに Ball-Berry の気孔応答モデルを組み入れたことで、夏季の大気飽差の上昇に伴う光合成速度の低下を再現することが出来た。

### H.4 亜高山針葉樹2種の光合成速度とそれに関わる個葉形質への葉齢・標高・光環境の影響 (鈴木 里奈)

亜高山針葉樹2種の光合成速度とそれに関わる個葉形質への葉齢・標高・光環境の影響  
鈴木里奈 高橋耕一 (信州大学総合理工学研究科 理学専攻 生物学コース)

光合成器官である葉は物質生産の基盤であるため、様々な生育環境によって個葉形質がどのように変化し、光合成速度へ影響するのかを調べることは植物生態学上重要な課題である。そこで、本州中部亜高山帯で優占する常緑針葉樹のシラビソとオオシラビソを対象として、標高、光環境、葉齢による個葉形質の変化を通じた光合成速度への影響を調査した。調査した項目は最大光合成速度、窒素濃度、クロロフィル濃度、LMA、NSC濃度、 $\delta^{13}C$ である。シラビソの最大光合成速度は窒素濃度と正の相関を、LMA、NSC濃度とは負の相関を示した。また、葉齢が高いと窒素濃度は減少し、NSC濃度とLMAは増加した。高標高ではNSC濃度とLMAが増加し、林内では窒素濃度が減少した。オオシラビソは最大光合成速度とNSC濃度、LMAとの有意な相関は無かった。窒素濃度、NSC濃度、LMAの葉齢による変化はシラビソと同じであった。高標高でLMAは増加したが、NSC濃度は増加しなかった。林内では窒素濃度が増加し、LMAが低下した。両種とも葉齢の増加による窒素濃度の減少で、最大光合成速度が減少したことが示唆された。一方、シラビソのみNSC濃度とLMAは最大光合成速度に負の影響を与えた。この形質は標高による影響を受けたため、標高の光合成速度への影響には種間で異なると考えられる。また、林内での集光効率も種間で異なった。このような種間で異なる個葉形質の変化は、標高傾度に沿った植生変化を解明する一助になるかもしれない。

## H.5 カラマツにおけるカリウムトランスポーター遺伝子の単離および解析 (西村佳穂)

カラマツにおけるカリウムトランスポーター遺伝子の単離および解析

西村佳穂<sup>1</sup>・石川達也<sup>2</sup>・細尾佳宏<sup>3</sup> (1 信大院総合理工・2 信大農・3 信大学術研究院農学系)

カリウム (K) は植物の三大栄養素の一つであり、気孔の開閉や細胞の拡大、成長など植物の様々な生理的過程に参与している。K は自然界では一価の陽イオンであるカリウムイオン (K<sup>+</sup>) の状態で存在している。しかし、K<sup>+</sup> は植物体内で産生されないため、周囲の環境から取り込まれる必要がある。細胞や細胞小器官は生体膜と呼ばれる脂質二重膜に覆われており、生体膜を横切る K<sup>+</sup> の輸送は膜輸送体と呼ばれる膜タンパク質が担っている。したがって、植物の成長や環境適応の仕組みを知るためには K<sup>+</sup> 輸送のメカニズムを解明することが重要である。本研究ではカラマツ由来のカリウムトランスポーター遺伝子 LkKUP1 および LkKUP2 の単離を行い、またその機能の解析を行った。その結果、LkKUP1・2 は既知の KUP/HAK/KT トランスポーターとアミノ酸レベルで高い相同性を有していることがわかった。さらに、大腸菌の K<sup>+</sup> 取り込み能欠損変異株を用いた相補性試験により、LkKUP1・2 は K<sup>+</sup> 取り込み能を持つことが明らかになった。また、K<sup>+</sup> 以外の陽イオンを用いた生育阻害試験の結果、LkKUP1・2 の K<sup>+</sup> 取り込み活性はセシウム、ナトリウムの各陽イオンの影響を受け、またその影響は各タンパク質および各陽イオンで異なる可能性が示唆された。

## H.6 ブラックスピルースの樹体内における同化炭素配分の季節変動 (齋藤 智寛)

ブラックスピルースの樹体内における同化炭素配分の季節変動

齋藤智寛<sup>1</sup>、檀浦正子<sup>2</sup>、香川聡<sup>3</sup>、野口享太郎<sup>3</sup>、Roger Ruess<sup>4</sup>、Jamie Hollingsworth<sup>4</sup>、安江恒<sup>5</sup> (1 信大院、2 京大地球環境学堂、3 森林総研、4 アラスカ大、5 信大山岳研)

アラスカ内陸部に生育するブラックスピルース (*Picea mariana*) における、木部への光合成産物の配分を <sup>13</sup>C<sup>18</sup>O<sub>2</sub> パルスラベリング実験によって明らかにした。樹高 2.5-3.5 m、樹齢約 50 年の 6 個体を供試した。ラベリングを 2015 年の 7 月中旬と 2016 年 5 月下旬、9 月中旬に行った。2017 年 9 月に、円盤を胸高部、樹幹基部、水平根基部から採取し、節部および木部から板目面連続切片を切削した。質量分析計を用いて切片の同位体比を測定し、ラベリング時の同化炭素の偏在を明らかにした。5 月にラベリングを行った個体の樹幹部では、ラベリング年の早材の最内部で最も高い  $\delta^{13}C$  値 (以下、値) を示し、翌年の年輪においても自然条件下より高い値を示した。根も同様に早材で最も高い値が認められたが、翌年の年輪では自然条件と同程度であった。7 月にラベリングを行った個体では、樹幹部において、ラベリング年の晩材最外部と翌年の年輪の早材最内部で高い値を示した。根ではラベリング年の晩材中で最も高い値を示し、翌年の年輪においては自然条件と同程度であった。9 月にラベリングを行った個体では、幹と根ともに翌年の年輪のみ高い値を示した。5 月と 7 月の光合成産物は、幹と根で配分が異なることが明らかになった。

## H.7 制御要因の変化によるアカマツ林からの蒸発散量の変化の定量化 (鈴木 拓海)

アカマツ林からの蒸発散量を変化させる駆動要因  
鈴木拓海 (信州大学大学院総合理工学研究科)

森林からの蒸発散は陸上から大気への主要な水の輸送経路の一つであり、地域の気象に影響を与えることが知られている。また、一般的に蒸発散量は日射や飽差など様々な要因に影響を受けることが知られているが、蒸発散量の変化にそれらの要因が与える影響は複雑である。そのため本研究ではアカマツ林からの蒸発散量変動に影響を与えている駆動要因について調べ、その影響を定量化することを目的とした。観測サイトは山梨県富士吉田市にある、森林総合研究所が管理する富士吉田森林気象試験地で、アカマツが優占する温帯常緑針葉樹林である。樹冠下部には常緑樹であるソヨゴ、落葉広葉樹であるコナラも見られる。地上約23mの樹冠上と林床で気象観測と渦相関法を用いた顕熱・潜熱フラックスの測定が行われた。日内変動においては、季節によって駆動要因の影響は変化し、夏は日射や飽差などが蒸発散量に大きく影響していたが、冬は群落コンダクタンスの影響が大きくなっていた。これは、冬は気孔を開くことができる状況のみで蒸散が起きているためだと考えられる。また年間の蒸発散量は主に飽差や日射などの物理的要因に比較的強く影響を受けており、これは夏のほうが潜熱フラックスの値が高いために夏の特徴が強く表れている影響だと考えられる。

## H.8 ビロードモウズイカの光合成パラメータの季節変動 (湯澤 侑太)

ビロードモウズイカ (*Verbascum thapsus*) の光合成パラメータの季節変動  
湯澤侑太・渡邊修 (信州大学 農学部 植物資源科学コース)

植物の光合成は光・温度・季節等の環境によって変動する。植物の光合成の季節変動を知ることはその植物種の生態を知るうえで重要である。季節変動に応じた光合成能力の変化は樹木においてはよく報告がされているが、草本における報告は少ない。その先行研究では、実験室内において冬季における草本の葉の光合成パラメータを測定し夏季や春季の葉と比較した結果、その能力の低下があまり見られなかったとの報告があるが、採取した葉を実験室に持ち込んで測定しているとともに、測定数が少ない。本研究では長野県伊那市に多く生息する一回繁殖型の二年生帰化植物ビロードモウズイカを対象に野外においてクロロフィル蛍光パラメータを多数測定し、その季節変化を調査した。その結果、ビロードモウズイカの冬季の光合成速度は春季の値と比較し光強度 (PAR) が1000( $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ )の時、56.4%、1500の時に61.3%、2000の時に63.7%の減少を示し、冬季の光合成能力の低下が示された。また、SPAD値で推定した相対クロロフィル含量は春季が他の季節と比較し有意に高く、冬季と夏季には有意な差は認められなかった。冬季のNPQ (非化学的消光) は春や夏と比較し弱光条件下から強光条件下に至るまで高い傾向を示した。冬季は周辺植物が枯死し、野外において強光条件が続くことがあり、冬季のビロードモウズイカは光合成効率よりも光防御を優先し、光合成能力を低下させていると考えられる。また、ビロードモウズイカは厳しい冬季の環境であっても一定の光合成を維持できることが示唆された。

## I グループ

### I.1 マツタケのシロ上におけるアカマツ苗の移植と菌根定着 (鈴木 健太郎)

マツタケのシロ上におけるアカマツ苗の移植と菌根定着

鈴木健太郎 1. 古川仁 2. 山田明義 3 (1 信州大学 農学生命科学科, 2 長野県林業総合センター, 3 信州大学学術研究院農学系)

マツタケ (*Tricholoma matsutake*) は、アカマツなどのマツ科樹木と共生関係を結ぶ外生菌根菌であり、外生菌根を中心に土壤中に菌糸体を伸長させてシロと呼ばれる肉眼的なコロニーを形成し、子実体を発生させる。マツタケの生産量は年々減少し、近年では50トン前後にまで落ち込んでいる。これは、マツノマダラカミキリが媒介して伝染するマツノザイセンチュウによる松枯れ病により、マツタケ山が衰退していることが主な原因とされている。近年、マツタケ生産量全国一位を維持してきた長野県でも松枯れ病の被害が深刻となっている。本研究では、マツタケの持続的生産に不可欠と考えられる、新たな宿主植物の移植によるシロの定着技術の開発を目的とした。マツタケの発生が確認されている長野県松本市のアカマツ林で、人工的に作成したマツタケ菌根合成苗と無菌根苗(ともにアカマツ)をマツタケのシロ周縁部とシロ上にそれぞれ移植した。無菌根苗には、空中取り木苗と苗畑で育成した苗を用いた。移植から1-2年後に、移植苗の生育状況を調査するとともに、菌根定着状況についてマツタケ特異的なrDNAIGS2領域の部分配列をPCR増幅することで解析した。その結果、移植後1年の時点では、菌根合成苗の菌根からマツタケが検出されるとともに、無菌根苗の菌根からもマツタケが検出された。このことより、菌根合成苗がマツタケのシロ周縁部でマツタケの菌根を維持していることが確認できた。また、無菌根苗にはマツタケのシロが感染し、新たに菌根を形成したことが確認できた。現在、移植から2年を経過した苗について試料を採取し、解析中である。

### I.2 乗鞍岳の森林限界における4樹種の細根系を介した水吸収・輸送の解明 (矢原 ひかり)

森林限界における樹木4種の細根水吸収・輸送の解明

矢原ひかり (信州大学大学院総合理工学研究科)

樹木の生存に水は欠かせないものであり、地下部の水の吸収・輸送を担うのは根である。高木種の生存の境界である森林限界は、低温や乾燥、冬季の土壤凍結など樹木にとって水利用が厳しい環境である。根は樹種の系統や共生菌の違いによって生存戦略が異なることが示唆されていることから、森林限界に生育する種間で水利用における戦略の違いがあると考えた。特にハイマツは、森林限界以上の標高でも生育できる矮性低木種であり、特異的な特性が期待される。このような森林限界に生育する樹木の根系を介した水の吸収・輸送を解明するため、長野県の北アルプスに位置する乗鞍岳の森林限界である標高2,500m付近で優占する樹木4種の細根系の形態および水分生理特性を評価した。対象樹種は被子植物-外生菌根であるダケカンバ (*Betula ermanii*)、被子植物-内生菌根であるナナカマド (*Sorbus commixta*)、裸子植物-外生菌根であるハイマツ (*Pinus pumila*) およびオオシラビソ (*Abies mariesii*) とした。形態特性として資源獲得能力の高さを示す比根長 ( $m\ g^{-1}$ ) および根の物理的強度や成長に関わる根組織密度 ( $g\ cm^{-3}$ )、水分生理特性として根の水分状態を示す水ポテンシャル (MPa) および水の流れやすさを表す通水コンダクタンス ( $m\ sec^{-1}\ MPa^{-1}$ ) を測定した。本発表では4樹種の根特性を比較し、樹木細根の水吸収・輸送について議論する。

### I.3 台風によるギャップ拡大現象はどのようなメカニズムで発生するのか？（小谷野 開多）

台風によるギャップ拡大現象はどのようなメカニズムで発生するのか？

小谷野開多（静岡大学 総合科学技術研究科 農学専攻）

日本で森林管理を考える上で、毎年襲来する台風による被害は看過できない。上陸する台風の回数や規模によってその年の被害規模は変化するが、毎年一定以上の被害をもたらしていることは明らかである。また、台風などの強風による森林被害は、もともとあった林冠ギャップを拡大するように起きることがあると経験的に知られている。しかし、このギャップ拡大現象は確実に起こるわけではなく、その発生にはいくつかの要因が関与していると考えられる。また、林冠ギャップは伐採などの施業によって人為的に作られることが多いため、ギャップ拡大現象の要因を明らかにすることで、より被害の少ない林冠ギャップの配置や規模などの提案につながるのではないだろうか。したがって、本研究ではこのギャップ拡大現象に注目し、その発生メカニズムを明らかにすることを目標とした。調査は静岡県富士宮市上井出国有林のヒノキ人工林で行った。調査地の林分では、今年台風による被害が発生し、ギャップ拡大現象も観測された。被害の前後に UAV による林冠の撮影を行い、被害箇所を特定した。倒木や周囲の立木の調査や施業履歴調査などもあわせて行い、ギャップ拡大現象にどのようなパラメータが関与しているのかを調べた。

### I.4 ヒノキ細根の落ち根量（吉田 徹）

ヒノキ細根の落ち根量

吉田徹<sup>1</sup>・谷川東子<sup>2</sup>・土居龍成<sup>3</sup>・和田竜征<sup>3</sup>・三木和仁<sup>1</sup>・平野恭弘<sup>1,3</sup>（<sup>1</sup>名古屋大学理学部地球惑星科学科・<sup>2</sup>森林総研関西支所・<sup>3</sup>名古屋大学大学院環境学研究科）

土壌中の養水分を吸収する樹木細根は、地上部の葉と同様に枯死脱落することで土壌有機物として蓄積する。これまで細根量や枯死根量はイングロースコア法や土壌コア法など様々な方法で測定されてきた。しかし、生根と枯死根の判断基準の定量化は十分にされておらず、さらにどのタイミングで細根が枯死し、脱落するかについても明らかにされていない。基準を定量化し、それぞれの量を推定することは土壌有機物の供給量を推定するのに重要である。そこで本研究では、ヒノキ (*Chamaecyparis obtusa*) 根系において落ち根のみ採取する方法を考案した。枯死した細根は主根系より脱落した後に分解されるという過程を前提として、枯死根や落ち根の形態を明らかにすることを目的とする。本調査は愛知県の幸田サイトの117年生ヒノキ林で行った。2018年8月に3-4次根のヒノキ細根系を60根系掘り出し、洗浄した後に根系の全体像の写真を撮影した。その後、50 ml 遠沈管に根系を入れ、ガラスビーズと林内雨で満たした。そして、1ヶ月ごとに遠沈管を採取し、同時に新しい遠沈管に入れ替えて同様の作業を行った。回収した遠沈管は実験室に持ち帰り、その中に蓄積した落ち根をすべて取り出し、平均直径、平均根長、乾燥重量、SRLを測定した。また、土壌深さ0-5 cmの円筒土壌コアも1ヶ月ごとに5個採取し、その中にあるヒノキ細根を生根と枯死根に分類し、落ち根と同様に解析を行った。本発表では、落ち根の量を土壌コアのデータと比較して考察を行う。

## I.5 カナダに生育するブラックスプールの根の肥大成長と側根発生の経時変化 (大嶽 聡子)

カナダに生育するブラックスプールの根の肥大成長と側根発生の経時変化

大嶽聡子 1, 森下智陽 2, 松浦陽次郎 2, 野口享太郎 2, 大澤晃 3, 城田徹央 4, 猪野紫穂 4, 安江恒 5 (1 信大院, 2 森林総研, 3 京大地球環境学堂, 4 信大農, 5 信大山岳研)

年輪年代学的手法を用いて側根の発生時期と発生位置の特定を行い、非永久凍土上に生育するブラックスプールの根の肥大成長と側根発生の経時変化を明らかにした。カナダノースウェスト準州フォートスミスにおける樹齢約 70 年、有機物層厚 30–40 cm のサイトと、樹齢約 180 年、有機物層厚 30–50 cm のサイトにおいてブラックスプールの各 5 個体から株部分を採取した。株掘り取り後、個体毎の土壤断面図を作成した。側根の円盤と、地表面を基準とし深さ 5 cm 毎に株の円盤を採取した。実体顕微鏡と年輪幅測定装置、年輪幅測定ソフト (Tellervo) を用いて、年輪幅測定と目視によるクロスデイトイングを行った。樹幹解析の結果、ほぼ全ての個体に共通して株下部の近年の肥大成長量が著しく減少しており、樹齢約 70 年の個体では、近年 20 年、樹齢約 180 年の個体では、近年 50–100 年の肥大成長が著しく減少していた。側根のほとんどが幹からの不定根であった。上部の側根ほど発生年代が新しく、時間の経過とともに発生位置は上昇していた。以上より、株下部における肥大成長停滞は、滞水や低い地温により起こると考えられ、側根発生位置の上昇は、有機物層厚の増加に伴い起こると考えられる。また、アラスカ内陸部の永久凍土地帯に比べ、ブラックスプールの地下部の肥大成長停滞は下部に限定されるといえる。

## I.6 スギ・ヒノキ樹幹における前年年輪への光合成生産物の利用の可能性 (猪野紫穂)

スギ・ヒノキ樹幹における前年年輪への光合成生産物の利用の可能性

猪野紫穂 1, 庄司岳 2, 香川聡 3, 壇浦正子 4, 小林元 5, 平野優 1, 齋藤智寛 1, 安江恒 6 (1 信大院, 2 信大農, 3 森林総研, 4 京大地球環境学堂, 5 信大 AFC, 6 信大山岳研)

樹木の気候応答の仕組みを理解するにあたり、肥大成長に用いられる光合成産物が木部にいつ配分されているかを明らかにする必要がある。本研究ではスギ・ヒノキ樹幹への光合成産物配分の季節変動を  $^{13}\text{CO}_2$  パルスラベリング実験によって明らかにすることを試みた。信州大学 AFC 手良沢山ステーションに生育する 9 年生のヒノキに 2016 年 4 月 6 日, 12 日 (以下 S1, S2) に、農学部構内演習林に生育するスギに 2017 年 4 月 14 日, 5 月 19 日 (以下 C1, C3) に  $^{13}\text{CO}_2$  ラベリングを行った。10 月または 11 月に供試木から幹の円盤を採取した。当年および前年年輪の連続板目面切片を切削した。隣り合う連続切片を順に無処理、細胞壁主成分、セルロースに分ける抽出処理を行い、炭素同位体比を測定した。S1 では当年年輪の内側で最も  $\delta^{13}\text{C}$  値が高く、その後徐々に減少した。前年年輪最外部に高い  $\delta^{13}\text{C}$  値が示された。S2 では当年と前年年輪最外部にピークが認められた。C1 では当年年輪全体に高い  $\delta^{13}\text{C}$  値が示された。前年年輪最外部に天然より高い  $\delta^{13}\text{C}$  値が示された。C3 では当年年輪に高い  $\delta^{13}\text{C}$  値が示された。以上より S1, S2 では光合成生産物が当年年輪と前年年輪最外部の細胞壁肥厚と木化に利用されたといえる。C1 では光合成生産物が当年年輪と前年年輪最外部の肥厚と木化に利用されたといえる。C3 では当年年輪においてのみ光合成生産物が肥厚と木化に利用されたといえる。



## I.7 日本産黒トリュフに関する研究 (茂木 彩妃穂)

日本産黒トリュフに関する研究

茂木彩妃穂<sup>1</sup>・山下昌三<sup>2</sup>・山田明義<sup>3</sup> (1 信州大学農学部, 2 KOA, 3 信州大学学術研究院農学系)

日本産の黒トリュフは、近年の研究から、東アジアに分布する *Tuber himalayense* (アジアクロセイヨウショウロ) と日本に固有分布する *T. longispinosum* (イボセイヨウショウロ) を含むことが明らかにされた (Kinoshita et al. 2018, PLoS ONE 13(3): e0193745). これらの種はヨーロッパ産黒トリュフ *T. melanosporum* に近縁であり, *T. melanosporum* と同様に食用価値の高いきのこと考えられる。しかし, 日本産黒トリュフ (以下, 黒トリュフ) については, これまで菌根形成や栽培化に関する研究は殆ど行われていない。本研究では, 黒トリュフの人工栽培化を目的に, 黒トリュフの菌根苗作出と野外順化について検討した。2015年10月に長野県辰野町で採取した黒トリュフ子実体について形態学的観察と rDNA ITS 領域の配列解析を行なった結果, アジアクロセイヨウショウロと同定された。同年12月にこの子実体破砕物をアカマツとコナラの発芽実生根系に接種し, 植物用のインキュベータ内で養苗した結果, 接種から半年後の2016年6月にアジアクロセイヨウショウロの外生菌根形成が確認できた。約20本の菌根苗をそれぞれ大型培養容器(土壌体積4L)に移植し, およそ2年間養苗した。この間, 定期的に根系を採取し, 外生菌根が増殖していることを確認した。外生菌根の確認には, 顕微鏡下での形態観察とともに, rDNA ITS 領域のPCR-RFLP分析ならびに配列解析を行った。2018年5月, 建物と道路に区切られた平坦地(草地)に直径約30cm, 深さ約20cmの穴を掘り, アジアクロセイヨウショウロの外生菌根が増殖しているコナラ苗1本を移植した。半年後の11月, この苗の根系を掘り起こし, 菌根をランダムに回収して分析した結果, アジアクロセイヨウショウロが定着していることを確認した。

## **I.8 Forest Canopy Structure Modelling using GIS and Tree Species Diversity of Natural Tropical Forest: Case Study in Mount Kerenceng, Indonesia (Vany Fadhilah)**

Forest Canopy Structure Mapping Using GIS and Tree Species Diversity of Natural Tropical Forest: Case Study in Mt. Kerenceng, West Java-Indonesia  
Vany Fadhilah (静岡大学大学院総合科学技術研究科農学専攻)

Canopy structure has been considered by various studies as one of the key variables affecting structure and function of an ecosystem. This paper aims to review canopy structure and characteristics using field and spatial integrated data. Inventory based on a one ha plot (100x100m) was conducted to map the natural forest canopy structure through stem-mapped crowns projection using GIS: ArcMap10.2.2 and determine species diversity and spatial distribution patterns. The measured material was trees with  $dbh \geq 20\text{cm}$  in Mt. Kerenceng. The results show that tree species diversity as calculated by Shannon-Wiener Index ( $H'$ ) is classified as medium level (value 2.35). There were eleven families identified and 21 species consisting of 86 individual trees. The spatial distribution pattern demonstrated by Morisita Index Standardization showed that the families distributed into aggregated and uniform. The forest canopy was formed by stratum B and C trees which covered 57.76% per ha, while basal areas had around  $9.88 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ . The most abundant tree species is *Spathodea campanulata*. It has the largest crowns coverage and distributes through aggregation. We suggest that the abundant existence of *Spathodea campanulata*, potentially an invasive species, is an issue to be considered in future restoration treatments of these forests in disturbed areas. Moreover, GIS can be used to conduct forest canopy structure and quantify canopy coverage based on field and spatial integrated of crown data.

Key words: diversity, forest canopy structure, GIS, restoration, spatial distribution pattern

## I.9 日本産カキシメジ類の分子系統学的分類 (青木 渉)

日本産カキシメジ類の分類学的検討

青木渉<sup>1</sup>・山田明義<sup>2</sup> (1 信州大学大学院 総合理工学研究科 農学専攻, 2 信州大学 学術研究院農学系)

カキシメジ (*Tricholoma ustale*) は、キシメジ科 (*Tricholomaceae*) キシメジ属 (*Tricholoma*) に属するきのこである。日本国内では、古くから毒きのことして知られており、おもに秋季、雑木林やマツ林などの地上に単生-群生する。傘は帯赤褐色-栗褐色、縁部ははじめ内側に巻き、ひだは湾生、密でのちに褐色のしみを生ずる。日本産カキシメジは形態学的に類似する幾つかの種により構成されている複合種の可能性が以前から指摘されており、無毒の個体群を食用として利用している地域も知られている。また、カキシメジの学名に採用されている *T. ustale* の妥当性についても、タイプ標本との照合や分子系統解析は行われていない。以上のことから、本研究では、国内のカキシメジ類を収集し、形態観察と分子系統解析に基づき、カキシメジの分類学的検討を行うことを目的とした。また、カキシメジの食中毒を引き起こす化合物として知られているウスタル酸の定性・定量を行い、分類形質となりうるかどうかについても検討することとした。これまでに、日本国内にて採取されたカキシメジ類の子実体標本 26 点について、rDNA の ITS 領域と IGS1 領域、RPB2、GAPDH ならびに ATP6 の各遺伝子を指標とした近隣結合法による系統解析を行った。その結果、ITS 領域の系統樹では、形態学的にカキシメジと同定される標本には 4 クレードが存在した。ATP6 遺伝子以外の他の遺伝子領域を用いた系統樹でも、ITS 領域の系統樹と同じ樹形を示した。しかし、カキシメジ類のいずれのクレードもヨーロッパ産 *T. ustale* クレードとは異なり、カキシメジの学名変更の必要性が示唆された。

## I.10 スギの細根形態の変動特性 (和田 竜征)

スギの細根形態の変動特性

和田竜征<sup>1</sup>・谷川東子<sup>2</sup>・土居龍成<sup>1</sup>・平野恭弘<sup>1</sup> (1 名古屋大学大学院環境学研究科・2 森林総合研究所関西支所)

直径 2 mm 以下と定義される樹木細根は土壌中の養水分獲得機能及び枯死分解に伴う土壌中への炭素供給機能を持ち、樹木個体の中でも重要な役割を果たす。また、細根は土壌養分や土壌硬度など様々な環境要因に影響を受け、形態や機能が変動することが知られている。環境影響による種内での細根形態の変動幅、変動要因を明らかにすることで、気候変動に対する樹木の応答に関する予測の精度を高めることができる可能性がある。本研究では細根の形態変動特性を明らかにすることを目的とし、国内主要造林樹種であるスギに着目して表層地質や土壌環境の異なる 4 調査地で調査を行った。本研究では、従来行われてきた直径分類と比較して、細根が持つ機能的情報をより反映するといわれる次数分類を行い、末端根の形態変動を調べた。細根は関西中部地方のスギ林から無傷な細根系として採取し、分岐位置で切断したのち次数別に根直径、根長、乾燥重量などを測定した。また、同地点で採取した土壌の pH など化学性を測定し、細根形態との相関を調べた。その結果、スギ細根の次数別直径は調査地間で 1.1-1.2 倍程度変動し、主に土壌中の無機態窒素など養分環境に影響を受けていることが示唆された。また、スギと近縁種のヒノキや広葉樹といった他樹種と比較すると、種間変動よりも種内変動のほうが小さいことが明らかになった。さらに、1, 2 次根が直径 0.5 mm 以下に含まれることなど、スギの次数根形態を示しその特性を考察する。

## I.11 森林における葉面積の空間的不均一性 (谷岡 庸介)

森林における葉面積の空間的不均一性

谷岡 庸介 (筑波大学 生命環境学群 生物学類)

葉面積指数 (LAI) は生態系における単位地表面積あたりの葉面積のことであり、生態系の生産量を示す指標と考えられている。従来の研究において、LAIは生態系全体の平均値として代表値が示されることが多い。しかし、例えば森林では葉は空間的に不均一に分布しているにも関わらず、LAIの空間的不均一性への知見は不足している。森林の階層構造などの空間構造は生産量に大きく関わるため、葉が空間的にどのように分布しているかは重要な情報である。そこで本研究では複数の森林生態系における LAI の空間分布を調査した。LAIの計測には分光手法を用いた。分光手法は葉の分光特性を利用して、林床に届く光の波長スペクトルから計測地点周辺の LAI を推定する。この手法を用いて、カヤの平ブナ成熟林などの3つの森林に設置してある固定調査区 (1 ha) に 10 m 間隔の格子点を設け、それぞれで下層植生を含む全層 LAI と、上層 LAI を計測した。上層ではより狭い範囲の LAI を計測するために受光角度を狭めた計測も行った。森林全層 LAI および上層 LAI のどちらも、同一森林内であっても場所によって大きく変わることが明らかになった。例としてカヤの平では下層を含む LAI は最高 4.47、最低 2.65 であり、上層のみの LAI は最高 3.85、最低 1.21 であった。また上層で受光角度を狭めた場合で LAI は最大で 7.73 を示した。本研究から森林の LAI は空間的に不均一であり、同じ森林でも場所によって異なる炭素動態をする可能性が示唆された。

## I.12 筑波大学山岳科学センター川上演習林におけるダケカンバ林の林分構造 (長谷川 士門)

筑波大学山岳科学センター川上演習林におけるダケカンバ林の林分構造

長谷川士門 (信大農)・小林元 (信大 AFC) 清野達之 (筑波大山岳科学セ井川演習林)  
安江恒 (信大山岳研)・沈り東 (信大院)

ダケカンバは攪乱後の遷移初期に侵入し、二次遷移が進む過程で純林に近い林分を形成するが、その後他の広葉樹や針葉樹林に移行するといわれている。一方で、亜高山帯の森林限界では萌芽による同所的な更新を行い、安定した純林を形成する。このように植生遷移の中でのダケカンバ林の位置づけは成立環境によって大きく異なる。本研究では、筑波大学山岳科学センター川上演習林のダケカンバ林において林分構造を解析し、ダケカンバ林の成立要因とその後の林分動態を明らかにすることを目的とした。本演習林は1959年に東京教育大学農学部附属演習林として設置される以前には里山林として利用されていた形跡があり、演習林面積の約30%を占める広葉樹林はほぼ全域天然生の二次林といわれている。調査は、鞍骨山から南西に伸びる標高1650–1760mの尾根上の北西斜面方向に、30m × 30m(0.09ha)のプロットを3箇所設置して行った。地上高1.3mの直径が5cm以上の立木を対象に、胸高直径と樹高の測定を行った。各プロットの胸高断面積合計は25.88–37.50m<sup>2</sup>/haの範囲にあり、胸高断面積比はダケカンバが25.5–61.0%と最も多く、次いでミズナラが11.4–27.8%を占めた。各プロットの本数密度は1078–1622本/haの範囲にあり、本数密度比はダケカンバが8.2–33.3%、ミズナラが11.6%–24.4%を占めた。ダケカンバの直径階は10cmから50cmまでの階級に広く分布し、25–30cmの階級でモードを示した。ミズナラの直径階は5cmから35cmまでの階級に分布し、10–15cmの階級でモードを示した。ダケカンバとミズナラの全ての直径階級から数個体ずつ選んで生長錘を用いた年輪解析を行ったところ、胸高直径の大きさに関わらず大部分の個体が90年生前後の樹齢を示した。このことから、本林分は約90年前の攪乱によって一斉に成立した二次林であると考えられた。

### I.13 カヤ場におけるリター分解とそれに関わる菌類群集の変化について (折戸 咲子)

カヤ場におけるリター分解とそれに関わる菌類群集の変化について

折戸咲子<sup>1</sup>, 廣瀬大<sup>2</sup>, 廣田充<sup>3</sup> (1 筑波大学生命環境学群生物学類, 2 日本大学薬学部, 3 筑波大学生命環境系)

植物の落葉・落枝(以下、リターとする)の枯死有機物は、分解者である土壌微生物にとって重要な資源であり、リターの分解過程で微生物群集の組成などに多大な影響を与える。本研究はリターの分解過程を追うことで、リターの分解や分解段階における菌類群集と、植生や植物の物質組成との関連の解明を目的とする。調査は、毎年4月末の火入れと10月末の刈り取りによってカリヤス(*Miscanthus tinctorius*)が優占する草原が維持されている小谷村牧の入茅場で行った。同茅場にて優占種の違いにより3つの調査区(ヤマハギ優占区、ススキ優占区、カリヤス優占区)を設置した。さらにカリヤス優占区に2018年4月末の火入れを防止したカリヤス火入れ防止区を設け、計4つの調査区においてカリヤスのリターを用いたリター分解実験とリター分解に関わる菌類群集組成について調査を行った。なお本研究に用いたリターは2018年4月末の火入れ前に同茅場から採取した。リターバッグを2018年5月に4調査区に設置し、設置1ヶ月後、3ヶ月後、5カ月後に回収した。リターの乾燥重量の減少量からリター分解速度を、回収したリターを粉碎したものをを用いた particle filtration 法により菌類の単離を行った。リターバッグは平均として設置後1ヶ月で約14%、3ヶ月で約22%重量減少していた。今後はこれらにおいて、調査区間、そして気温などの環境要因について比較を行う予定である。

### I.14 標高傾度にそった森林生態系における coarse woody debris の量の変化 (武田 宗一郎)

標高傾度にそった森林生態系における coarse woody debris の量の変化

武田宗一郎 高橋耕一(信州大学 総合理工学研究科 生物専攻)

近年、地球温暖化問題に際して、炭素貯蓄場所として森林における枯死木の Coarse Woody Debris (CWD) が注目されている。山岳が多い地域では標高によって気温や植生などが大きく変化し、森林における CWD の炭素貯蓄量も変化すると予想される。この研究では乗鞍岳の標高 1600m, 2000m, 2300m の亜高山帯針葉樹林と標高 2500m, 2800m のハイマツ林において、標高傾度にそった生木の地上部現存量, CWD の現存量と腐朽度を調べた。生木の地上部現存量, CWD の現存量はともに高い標高ほど減少した。また CWD の現存量は生木の地上部現存量と強い正の相関がみられた。したがって、標高傾度にそった CWD の現存量の減少は主に生木の地上部現存量の減少によるものであった。生木の地上部現存量は標高 1600m と 2800m の間で約 11 倍の差があったが、CWD の現存量はそれ以上に大きい約 50 倍の差があった。そのため、生木の地上部現存量に対する CWD の現存量の割合は高標高ほど減少した。さらに CWD の腐朽度の平均値は高標高ほど低くなった。また、高標高ほど小さな CWD の割合が増加し、2500m を除く全標高で小さい CWD ほど腐朽度が低い傾向がみられた。CWD の現存量と生木の地上部現存量の関係を微分式で解析した結果、高標高ほど生産量が低く、小さなサイズの CWD は速く消失しやすいため、地上部現存量に比べて CWD による炭素貯蓄量は高標高ほど減少することが示唆された。これらの結果から、環境変動は個体の成長や CWD の分解を通して標高傾度にそった炭素循環に影響することが示唆された。

### I.15 林床植物の群集構造に対する環境要因と植物形質の影響 :上層木の除去は外来植物の侵入を促進するのか? (大嶋克海)

林床植物の群集構造に対する環境要因と植物形質の影響 : 上層木の除去は外来植物の侵入を促進するのか?

大嶋克海 高橋耕一 (信州大学 総合理工学研究科 理学専攻 理科学分野 生物学ユニット)

外来植物の侵略は生態系に後戻りできない影響を与える可能性がある。これらを防ぐため、外来植物に関する研究がこれまで多くなされているが、多くは侵略後時間が経過した、所謂「後戻りができない群集」での報告であり、侵入初期段階のプロセスの理解はあまりなされていない。本研究では間伐1年目と未間伐のアカマツ林に成立する植生を比較し、間伐が外来草本を増加させるのかを調査した。また、外来植物の侵入、侵略がどのように達成されるかを周辺環境、植物形質、埋土種子の観点から検討した。非間伐林では外来植物は地上にほとんど存在せず、土壌中でもわずかしか確認できなかったが、間伐後、地上と土壌の両方で著しく増加した。間伐の有無の間で最も異なる環境条件は開空度であり、開空度と外来植物の被度には正の相関があった。また、間伐林において、太い主要な道路からの距離と外来植物の被度の間に負の相関があった。間伐林における外来植物は、同所的に出現する在来植物に比べ最大植物高、葉面積、葉窒素含量が有意に高く、成長、競争、同化能力に優れていることが分かった。また、外来植物は風、動物散布型のような長距離移動可能な種子、早い成長を可能とする1、2年草のような短い生活史を持つものが多かった。概して、間伐は外来植物の進出を促進し、出現した外来植物も広範囲への分散とその後の定着、さらなる侵略の成功を可能とするポテンシャルを持つことが示唆された。

## I.16 ヒノキ細根系の形態特性-土壤酸緩衝能に着目して- (土居 龍成)

ヒノキ細根系の形態特性-土壤酸緩衝能に着目して-

土居龍成<sup>1</sup>・谷川東子<sup>2</sup>・和田竜征<sup>1</sup>・平野恭弘<sup>1</sup> 1 名古屋大学大学院環境学研究科・2 森林総合研究所関西支所

樹木細根（直径 2 mm 以下の根）は樹木の成長に必要な養水分を土壤中から吸収する役割を担っており、また、環境変動に敏感な器官であるためその形態は生育環境により変動しうる。土壌には酸が負荷された際に酸の影響を緩衝する能力がある。これは土壤酸緩衝能といわれ、酸を緩和する交換性塩基量と酸性化を示す交換性 Al 量で定義される。日本の主要な人工林樹種であるヒノキ (*Chamaecyparis obtusa*) を対象とした先行研究では、土壌の酸緩衝能の違いにより、直径階級で分類された細根の形態（比根長：SRL m/g）や量に差は見られなかったと報告されている。しかし、細根機能を反映させる根端を 1 次根とした分岐位置で分類する次数を用いて細根形態と酸緩衝能の関係性に焦点を当てた研究はない。本研究では、土壤酸緩衝能の違いが次数別の細根形態に与える影響を明らかにすることを目的とする。調査は東海地方のヒノキ 7 林分で行われ、これらの土壌は異なる酸緩衝能を持つ。樹幹から 1 m 離れた地点で無傷な 4 次根までの細根系を各調査地 30 根系採取した。その後、次数ごとに分け、形態特性（根長・直径・乾重など）を測定した。SRL (m/g) も算出し、土壌化学性との関係性を調べた。その結果、各次数根の SRL は調査地間で約 2 倍変動することが明らかとなった。また、細根形態と土壌化学性との関係性を見ると、2-4 次根の SRL は Al、C/N とそれぞれ正の相関が認められ、酸緩衝能の低い土壌において SRL は高くなることが明らかとなった。このことから、細根は土壌の酸緩衝能に応じて形態を変化させることが示唆された。



## I.17 アンズタケ類の地理分布 (佐藤 岳志)

アンズタケ類の地理分布

佐藤岳志<sup>1</sup>・山田明義<sup>2</sup> (1 信州大学農学部生命機能科学コース, 2 信州大学学術研究院農学系)

アンズタケ類は、マツ科、ブナ科、カバノキ科の樹木と外生菌根を形成する担子菌で、食用菌として世界的にも人気が高い。特に *Cantharellus cibarius* (オウシュウアンズタケ) は、欧米において経済価値の高い有用なきのこである。しかし、アンズタケ類は日本国内においては食用菌としての認知度は低く、その知見も欧米に比べて乏しい。演者らの先行研究において、これまで *C. cibarius* と同定されてきた日本産のアンズタケには、*C. cibarius* を含む 4 種が含まれることが明らかにされた。このうち本州から沖縄にかけて広く分布し、アンズタケの原記載に合致する種を *C. anzutake* として新種記載した。また、*C. cibarius* は北海道産標本のみで構成されていた (Ogawa et al. 2018)。本研究では、これらアンズタケ属 4 種の分類について、*C. anzutake* (狭義のアンズタケ) を中心にさらに検討を行った。Ogawa et al. (2018) 以降に収集したアンズタケ類の標本約 30 点について、rDNA の ITS 領域とともに、Mcm7, cox3, ATP6 の各遺伝子について分子系統解析を行った。具体的な実験手法は、*Cantharellus* 種特異的プライマーを用いて PCR により目的配列を増幅後、ダイレクトシーケンスにより配列決定し、最尤法により系統樹を作成した。その結果、北海道の渡島半島で採取された標本が *C. anzutake* であること、山梨県の富士山五合目 (標高約 2350m) で採取された標本が、*C. cibarius* であることが明らかになった。また、ATP6 の系統解析の結果、*C. anzutake* に 2 つのクレードが見出され、一方には北海道から本州中部の標本が、他方には本州中部から沖縄の標本が含まれた。Ogawa et al. (2018) *Mycoscience* 59:153-165

## I.18 冷温帯林の多樹種における樹木細根の可視-近赤外反射特性 (谷川 夏子)

冷温帯林の多樹種における樹木細根の可視-近赤外反射特性

谷川夏子 (信州大学 総合理工学研究科 理学専攻 理科学分野物質循環学ユニット)

樹木細根は直径 2mm 以下と定義された根系であり、土壌からの栄養吸収の役割を担っている。細根は直径 2mm 以下の中でも直径の大きさによって、成長段階や働きが異なることが明らかになってきている。働きの違いを考慮し、細根系を直径ごとで測定することは、大変な労力が必要となる。より細かい測定を可能とするために、本研究では非破壊でかつ迅速にサンプルを測定できる分光画像を用いて細根の測定を試みた。分光画像によって測定される可視-近赤外波長の連続分光反射率は一般に色素や有機物などの化学組成や細胞の発達段階を反映する。この反射率が細根の樹種間差と形態的な特性でどのような関係をもつのか調査した。北海道大学苫小牧研究林において針葉樹 6 種と広葉樹 12 種の計 18 種の細根系を採取した。根系を異なる発達段階である直径 0-0.5mm、0.5-1.0mm、1.0-2.0mm、2.0-4.0mm の 4 階級に分け、それぞれ 458-2391nm (可視: 400-750nm、近赤外: >750nm) の分光画像を撮影した。また、各直径階級で形態特性の平均直径、比根長、根組織密度を測定し、反射率との関係を解析した。18 樹種の根系の連続分光反射率は、各直径階級で大きく 4 つの山型のピークを持つ曲線を示した。458-1400nm の波長帯では、直径が大きいほど反射率が高い傾向がみられた。また樹種ごとの形態と反射率を比較したところ赤の波長帯の反射率において根組織密度と負の相関関係みられた。本発表では細根系の評価としての分光画像の新たな可能性を提示する。

## I.19 乗鞍岳標高勾配に対する樹木細根の呼吸速度と形態特性の応答性 (岡本 瑞輝)

乗鞍岳標高勾配に対する樹木細根の呼吸速度と形態特性の応答性  
岡本瑞輝 (信州大学 大学院 総合理工学研究科)

樹木根の大きな役割として、樹木地上部の支持と養水分吸収があげられる。樹木細根の中でも直径 2 mm 以下の根である細根は、樹木地上部による光合成により得た炭素を使い、根の成長や養水分吸収を活発に行う。その際、細根の駆動力として炭素が使われ、根呼吸として放出される。そのため根呼吸速度と細根形態特性は根の成長、養水分吸収といった根の機能を評価することができる。山岳環境において標高が上昇するにつれて温度は低下し、土壌中の養水分は制限されることで、樹木細根の成長や養水分吸収といった根機能も制限される。標高勾配に沿って、細根は根機能を適応させ、呼吸速度や形態特性も変化すると考えられる。しかし、標高の変化に対する樹木細根の応答性の研究は少なく、根呼吸速度や形態特性がどのような応答を示すのか、明確な見解は出されていない。本研究では標高勾配に沿った樹木細根の根呼吸速度と根形態特性の応答性を評価した。乗鞍岳の亜高山針葉樹林帯の 1500 m、1600 m、2000 m、2300、2500 m においてモミ属 2 種とカバノキ属 2 種の細根を採取し、根呼吸速度と形態特性である比根長 (mg-1) と根組織密度 (gcm-3) を計測した。モミ属では根呼吸速度が標高上昇に沿って増加した。ダケカンバでは根形態特性が標高により変化した。このことからモミ属は根呼吸速度を増やすことで標高勾配に適応し、カバノキ属は細根形態特性を標高勾配に適応させていることが考えられる。

## I.20 太平洋-大西洋のヤエヤマヒルギ属の集団ゲノミクス (津田 吉晃)

太平洋-大西洋のヤエヤマヒルギ属の集団ゲノミクス  
津田吉晃 (筑波大・山岳セ・菅平)、山本崇 (琉大・熱生研・西表; 鹿児島大・連合農)、今井亮介 (筑波大・山岳セ・菅平)、岩崎貴也 (神奈川大・理・生物)、赤坂宗光 (農工大・自然環境保全)、高山浩司 (京大院・理・植物)、梶田忠 (琉大・熱生研・西表; 鹿児島大・連合農)

昨今の地球温暖化に伴う全球レベルでの海洋酸性化や海流の変化は、海流により移動分散を行うマングローブ植物にとって、これまで長い年月を経て獲得した生活史パターンや進化的潜在性に大きく影響を与える可能性がある。特にマングローブは人間社会とも密接な関係にある森林生態系であるため、将来の気候変動下でのマングローブの保全管理は地域社会の存続、維持のためにも重要である。このような場面において、まずはマングローブ構成種のこれまで辿ってきた歴史や遺伝構造形成要因を評価することが必須である。特に対象を属内複数種にすることで、1 種だけでなく属レベルでの歴史や種分化の過程をより詳細に評価できる (Tsuda et al. 2016, 2017)。そのため本研究では汎熱帯地域に広く分布する海流散布植物であるヤエヤマヒルギ属 3 種 (*Rhizophora mangle*, *R. racemose* および *R. samoensis*) を対象に、同属のゲノム情報 (Xu et al. 2017) を用いたりシークエンスにより大量 SNP 情報を得て、これら種の遺伝構造、集団動態の歴史、適応などについて評価した。これら結果から大西洋から南太平洋にかけてのヤエヤマヒルギ属の分布変遷や遺伝構造形成過程について議論する。

## J グループ

### J.1 Above-ground biomass potential estimation using Sentinel-2A Imagery (Niken Andika Putri)

The Potential of Sentinel-2A Images for Estimating Above-Ground Biomass  
Niken Andika Putri (Shizuoka University, Environment and Forest Resources Science Course)

Estimation of forest above-ground biomass is needed to determine changes in carbon stocks due to forest management activities. In this study, Sentinel-2A multi-temporal images were used to estimate above-ground biomass of a natural production forest in Central Kalimantan, Indonesia. The different characteristics of each Sentinel-2A band were expected to improve its capability for estimating the above-ground biomass value. First, a total of 75 plots were measured in the field by purposive sampling. Allometric and destructive methods were used to calculate biomass value. Second, a Dark Object Subtraction (DOS) based atmospheric correction was implemented to obtain the Bottom of Atmosphere (BOA) reflectance value of the Sentinel-2A images. Afterwards, sixteen vegetation indices from Top of Atmosphere (TOA) and BOA reflectance data were computed to develop biomass models. Using multiple, exponential, and quadratic regressions, the reflectance data were processed to obtain biomass value of the study site. This study showed the potential of Sentinel-2A bands and vegetation indices to estimate above-ground biomass. RMSE value obtained by paired t-test analysis showed that BOA reflectance was found to have strong relationship with biomass compared to TOA reflectance. And in terms of vegetation indices, NDVI based on red-edge wavelengths were the best indices for estimating biomass in the study site.

### J.2 日本の素材生産における生産性分析 (新井 紘嗣)

日本林業の素材生産における生産性分析  
新井紘嗣 (筑波大学 生命環境科学研究科 山岳科学学位プログラム)

わが国において林業の競争力強化は差し迫った政策課題である。産業の競争力は要素価格、為替レート、生産性等により規定され、その中でも生産性は生産者がコントロールできる数少ない要素であるため、林業においても競争力の維持・確保には生産性を向上させることが必須条件となる (関 2010)。生産性分析には労働生産性等の単要素生産性がよく用いられ、生産量と特定の生産要素との比として定義されるため、一般的に相対価格変化に伴う他の要素投入量の変化を考慮できないことが欠点となる (山本 1990)。この欠点を克服するものに、全ての生産要素投入量で生産量を割った全要素生産性 (TFP: Total Factor Productivity) がある。本研究では、林野庁「素材生産事例調」(旧「素材生産費等調査報告書」)の全国平均の素材  $1\text{m}^3$  当たり生産費データ (皆伐) を用い、1983–2016 年の TFP の計測を行った。具体的には、Törnkvist 生産性指数を適用し、生産要素は労働、資本、経常財とした。その結果、TFP はこの間に年平均 1.85% で上昇しており、1999 年以前と 2000 年以降では TFP の年平均変化率が各々 0.09% と 3.00% であったため、2000 年代に入ってから上昇傾向が強まったことがわかった。また、各生産要素投入量の年平均変化率について、労働が -2.09% と大きく減少、資本は 0.25% とやや増加、経常財が 0.03% とほぼ変化なしだった。すなわち、林業機械による労働の代替により TFP が上昇したことが示唆された。

## K グループ

### K.1 山岳棲クワガタムシ科甲虫 2 種 (Dorcus 属) の遺伝構造とハビタット選好性 (上木 岳)

山岳棲クワガタムシ科甲虫 2 種 (Dorcus 属) の遺伝構造とハビタット選好性  
上木岳 (信州大学大学院総合理工学研究科理学専攻)

本研究では、山地帯および亜高山帯のブナ林に依存して生息するハビタット・スペシャリスト種のヒメオオクワガタ *Dorcus montivagus* と、その近縁種でありながら低山地からブナ林まで幅広く生息するハビタット・ジェネラリスト種のアカアシクワガタ *Dorcus rubrofemoratus* に焦点を当てた。氷期–間氷期サイクル等の気候変動におけるブナ林の分布変遷と両種の遺伝構造の関係性を比較するとともに、両種のハビタット選好性を解明することで、ヒメオオクワガタがブナ林にのみ生息する要因を解明する。両種のミトコンドリア遺伝子の配列データに基づく系統解析の結果から、ヒメオオクワガタは本州北端から紀伊半島の集団が単系統群を示した。一方、アカアシクワガタは本州北端から中国地方の集団が単系統群を示した。これらの結果から、かつては東北から紀伊半島の広範囲にブナ林が連続的に分布し、両種の移動分散が頻繁に発生していた可能性が示唆された。また、両種成虫の樹種選好性の調査結果からは、アカアシクワガタは沢沿いなどに密生するオノエヤナギを集中的に利用する一方で、ヒメオオクワガタは多様な樹種を散在的に利用することが明らかとなった。この結果から、両種が共存する地域では標高以外にも空間的なハビタット分化などの種間相互作用の存在が明らかになった。

### K.2 ツキノワグマの個体レベルでの採食生態 (森 智基)

ツキノワグマの個体レベルでの採食生態

森智基 1・中田早紀 2・瀧井暁子 3・高島千尋 3・泉山茂之 3 (1 信州大学総合工学系研究科 陸上生態系部門、2 信州大学総合理工学研究科 陸上生態系部門、3 信州大学山岳科学研究所)

ツキノワグマ (*Ursus thibetanus*) の採食生態に関する研究はこれまで多くなされているが、そのほとんどは個体群レベルでの報告であり、採食行動や食性に個体差が存在することはこれまで見過ごされてきた。本研究では、2016 年から 2017 年にかけて長野県上伊那地域で錯誤捕獲されたツキノワグマ 9 頭に GPS 首輪を装着し、それらの個体の糞採集をするとともに、GPS 測位データをもとに FPT 分析 (First Passage Time, 最短通過時間分析) を行うことで、採食物と食物資源に対応する空間スケールの個体差について明らかにすることを目的とした。2017 年 5–10 月の期間中に計 101 個の糞を採集した。本研究において継続的に糞を採集できた個体は限られたものの、食性には個体差が存在することを確認した。採食物の個体差の程度は季節によって異なり、春季と秋季には個体差が小さいが、夏季には大きくなった。また、FPT 分析において食物資源に対応するクマの空間スケールにも個体差がみられたことから、個体毎に採食物が異なっている、もしくは利用するパッチの質が異なっている可能性が示唆された。本研究で得られた食性データは断片的であるため、今後は同一個体を継続的に追跡し糞採集を行う必要がある。

### K.3 絶滅危惧種であるアカモズとモズの果樹園での巣の構造と巣材の違い (赤松あかり)

絶滅危惧種であるアカモズとモズの果樹園での巣の構造と巣材の違い  
赤松あかり (信州大学 農学生命科学科 動物資源生命科学コース)

亜種アカモズ *Lanius cristatus superciliosus* はモズ科の鳥類で、夏鳥として北海道および本州の一部に渡来する。長野県では現在一部のリンゴ果樹園で少数が繁殖している。かつては数多く生息していたが1990年代から個体数の減少が著しく現在では絶滅危惧IB類に選定されている。しかしながら、基礎的な生態研究は不十分であり、保全活動も進んでいない。長野県のアカモズの多くはリンゴ果樹園に生息しており、リンゴ生産者と連携しつつ保全を進めていくことが望ましい。また、アカモズの近縁種であるモズ *L. bucephalus* もリンゴ果樹園での繁殖が確認されている。モズは全国に分布している留鳥または漂鳥であり、今のところアカモズのような目立った減少は確認されていない。これら2種の巣を識別することは、特にアカモズの巣が果樹園で見つかった場合、生産者に可能な限り営巣中の巣の撤去や繁殖へ悪影響を与える行動を控えるよう促すことができ、保全の手助けになると考えられる。しかしながら、巣のみでの判別は現在の知見では困難である。そこで、アカモズおよびモズの巣の特徴をリンゴ生産者に示し、アカモズの保全への協力を仰ぐために、営巣木の樹種、樹高、営巣高、巣のサイズ、巣材の構成を調査し、比較した。本発表では得られた結果から、巣の特徴の違い、および違いが生まれる要因について考察する。

### K.4 ニホンジカ フジコの出産・育児記録 (岡 杏奈)

ニホンジカ フジコの出産・育児記録

岡 杏奈<sup>1</sup>, 平川浩文<sup>2</sup>, 瀧井暁子<sup>3</sup>, 泉山茂之<sup>3</sup> (1 信州大学大学院 総合理工学研究科, 2 森林総合研究所 北海道支所, 3 信州大学山岳科学研究所)

日本の山岳環境は様々な動物の繁殖場所として重要な役割を担っている。ニホンジカ (*Cervus nippon*) もそのひとつであるが、山岳地形は急峻であることが多く、継続的な直接観察が困難であるため、山岳地域を利用するシカの繁殖生態に関しては、未だ不明な点が多い。今回、北アルプスを利用するメスジカの出産期前後に興味深い行動が見られたので報告したい。長野県大町市に生息するメスジカ (Fujiko) について、自動撮影による状況確認とGPS首輪より回収した測位データによる解析を行ったところ、出産・子育てに伴うと考えられる、特徴的な行動が確認された。Fujikoは、出産期前の4-5月中旬では、特定の範囲を利用していた。出産期が始まるとされる5月下旬になると、それまでの行動範囲から大きく離れる移動が見られた。5月末-6月はじめの数日間には、高標高・急傾斜地の狭い範囲に滞在しており、これ以降の移動は、出産期以前のものとは異なっていた。6月22日、自動撮影においてFujikoが子連れであることが確認されており、5月末からの数日間の滞在地にて出産したと推測され、5月末からの行動は出産期の母ジカ特有の行動であると考えられる。今回、山岳地域を利用するニホンジカの出産期の行動特性が明らかになった。今後は、他個体での解析も行い、今回確認された行動がどの程度一般的であるのか、ニホンジカの出産期の行動パターンを類型化することは可能であるかを検討していきたい。

## K.5 絶滅危惧種アカモズはどのようなリンゴ園を好むのか？ (松宮 裕秋)

絶滅危惧種アカモズはどのようなリンゴ園を好むのか？

松宮裕秋 (信州大学大学院 総合理工学研究科)

アカモズ *Lanius cristatus* は夏鳥として北海道および本州に渡来するが、個体数の減少が著しく、1978年から2002年の25年間で最も分布域が縮小したスズメ目鳥類として知られている(環境省レッドリストでは絶滅危惧IB類)。長野県でもかつては林縁の牧草地や低木のある草地、住宅地の空き地や庭など幅広い環境に数多く分布していたが、現在では一部のリンゴ果樹園で少数が繁殖するのみとなっている。現在知られているリンゴ果樹園での生息は局所的であり、生産者によって園地の管理方法が異なることがアカモズの生息に関係していると考えられる。そこで、長野県内のリンゴ果樹園において2016–2017年にアカモズの分布を調査し、異なる園地の管理方法による果樹園環境の違いに着目して、生息に影響を与える要因を分析した。その結果、胸高直径の大きなリンゴの木を好んで営巣することが明らかになった。また、生息に対して果樹園の除草が負の影響を、防霜ファンと電柱の本数が正の影響を与えていることが判明した。これらの結果からアカモズは木の胸高直径が大きく、表土は草生で管理され、防霜ファンを設置した果樹園を好むといえる。本発表ではこれから果樹園において本種の保全を行う上で課題となる生産者との関係等についても報告したい。

## K.6 遺伝子解析で紐解く中部山岳域のカワネズミの起源 (山崎 遥)

遺伝子解析で紐解く中部山岳域のカワネズミの起源

山崎 遥・関谷 知裕 (信州大・総合理工)・永山 駿・平澤 桂・戸倉 溪太 (アクアマリンいなわしろ)・佐々木 彰央 (静岡大)・一柳 英隆 (熊本大)・元木 達也 (EAC)・東城 幸治 (信州大・理学)

カワネズミ *Chimarrogale platycephalus* は、溪流に適応した国内唯一の水生トガリネズミ類である。魚類や水生昆虫などを捕食し、溪流生態系における上位捕食者として位置づけられる。日本固有種で、本州・九州に分布している(四国では絶滅したと考えられる)。希少性が高く、生息が確認されているほぼ全ての都府県において、いずれかの絶滅危惧カテゴリーにリストされている。捕獲ストレスに対して極めて脆弱であるため、調査が困難とされてきた。我々の研究では、カワネズミの糞から遺伝子解析する手法を確立し、効率的かつ非侵襲的な研究が可能となった。先行研究において、ミトコンドリアDNA *cyt b* 領域の遺伝子解析から、カワネズミは4系統群から構成され、うち2系統群が中部山岳域で混生状態にあることが明らかとなっているが、本研究では、さらに糞からの遺伝子解析法を導入することで、対象集団数・個体数を大きく増大させることに成功した。4遺伝系統群は、氷期–間氷期サイクルにおいて分布域縮小・拡大を繰り返す中でそれぞれレフュジアがあったと考えられ、中部山岳域において混生状態の2系統群は離れたレフュジアからの現間氷期における分布域拡大により、両系統群が二次的に接触している可能性が示唆された。さらに、本研究では次世代シーケンサーに基づき21座位のマイクロサテライト・マーカーを開発した。これは多数の変異を検出できるマーカーであり、個別飼育した個体糞を用いた解析により、有意に個体識別が可能であることを検証済である。このような背景のもと、野生集団を対象にこれらの新規開発マーカーを用いて解析を行なった結果、2系統群が混生する地域では系統間での浸透交雑が生じていることが明らかとなった。

## K.7 分子系統解析から迫る高山型スカシシリアゲモドキの進化史 (鈴木 智也)

分子系統解析から迫る高山型スカシシリアゲモドキの進化史

鈴木智也 (信州大学 理学部), 鈴木信夫 (日本女子体育大学 体育学部), 東城幸治 (信州大学 理学部, 信州大学 山岳科学研究所)

生物が様々な環境へと進出し、適応することは進化や多様化を促進してきた。このようにして多様性を獲得した生物種群の中でも、昆虫類は「種多様性」という観点から見ると地球上で最も繁栄したグループであり、著しく多様な適応進化が知られている。本研究で注目する亜高山帯・高山帯での昆虫の短翅化は、環境適応の興味深い一例である。昆虫類の高山域における短翅化は、低温や強風、強紫外線といった厳しい環境条件による選択圧の結果として生じたと推察される。本研究で研究対象とするスカシシリアゲモドキ *Panorpodes paradoxus* は、日本列島に分布するシリアゲムシ目昆虫のなかで、山地帯から亜高山帯には翅の長い普通型がみられ、亜高山帯の上部から高山帯にかけて短翅化した高山型がみられる。しかし、本種において短翅化が生じた進化的背景については、十分には究明されていない。そこで我々は、高山型スカシシリアゲモドキの進化史を究明するため、東アジア産シリアゲモドキ類5種も含めて、mt DNA COI, COII, 16S rRNA, および nDNA EF1- $\alpha$ , 28S rRNA 領域の分子系統解析を実施した。その結果、高山型スカシシリアゲモドキは単系統群を構成することはなく、多系統群であると評価され、少なくとも2回、並行的に短翅化が生じたことが明らかとなった。また、分岐年代を推定した結果、高山型は日本列島の山岳隆起といった地史的要因に加え、氷期-間氷期サイクルによって生じた低温環境に適応した「生態型 (ecomorph)」であることが示された。

## K.8 集合下のニホンモモンガにおける個体間行動の時間変化 (菊池 隼人)

集合下のニホンモモンガにおける個体間行動の時間変化

菊池隼人・泉山茂之 (信州大学大学院総合理工学研究科・信州大学山岳科学研究所)

森林棲のリス類は単独で生活する種においても、休息時に複数個体で集合することが知られている。これらの種が集合する目的として、ハドリングによる体温保持や交尾相手を確保するためとされており、集合はその種の生存戦略や配偶戦略を理解する上で重要な行動と考えられる。集合下における個体間での行動を観察することは、その種が集合する意義を明らかにする上で重要と考えられるが、モモンガ類のような小型、夜行性かつ樹上性の種においては、直接観察が難しいためか、個体間での行動は把握されていない。本発表では森林棲のリス類であるニホンモモンガ *Pteromys momonga* において、集合下の個体間行動を把握することを目的とした。調査は2017年9月-2018年8月に、長野県伊那市小黒川流域で行った。ニホンモモンガが営巣している樹洞の前に自動撮影カメラを設置し、モモンガが巣穴の前に現れると、動画が撮影されるようにした (撮影時間1分, インターバル1秒)。撮影された動画からは行動目録を作成し、各行動の回数を記録した。また、自動撮影カメラの観察を補足するため、目視による観察を不定期に行った。集合下での個体間行動から、モモンガは帰巢時に同じ巣に入る個体を選択していると考えられた。また、集合の目的は交尾相手の確保であることが示唆された。

## K.9 林分構造とコウモリの活動量との関係 (牧 貴大)

針葉樹人工林における林分構造とコウモリの活動量の関係

牧 貴大 (筑波大学大学院 生命環境科学研究科 生物資源科学専攻)

森林におけるコウモリの生態を明らかにすることは、生物多様性の保全、害虫の個体数抑制において重要である。特に国内の森林面積の約4割を占める人工林においてのコウモリの生態についての研究は森林管理の観点からも重要であるが、知見が不足しているのが現状である。本研究では音声調査手法を用いて栃木県のスギ・ヒノキ人工林内およびその皆伐地におけるコウモリの活動量を調査し、林分構造とコウモリの活動量の関係について検討した。栃木県の矢板市、塩谷町の針葉樹人工林合計30林分で音声調査を行った。調査期間は2017年6月-9月と2018年6月-8月である。音声調査には超音波自動録音装置であるバットディタクターを一晩設置し、録音したコウモリの音声ファイルの数を各調査地点の活動量とした。コウモリは採餌を行うとき特徴的な音声(採餌音)を利用することが知られており、採餌音についての記録も行った。また林分構造の把握のため2018年8月に調査地点の毎木調査を行った。林分構造とコウモリの活動量については、明確な関係は見られなかった。一方で人工林内と皆伐地におけるコウモリの活動量の比較では、皆伐地においてコウモリの活動量の増加が見られた。また、皆伐地においては、活動量に占める採餌音の割合が高かった。このことからコウモリにとって皆伐地が良質な採餌場所である可能性が示唆された。



## K.10 低密度期ニホンジカ *Cervus nippon* の餌植物嗜好性と、その季節・年変動 (河合 純)

低密度ニホンジカ *Cervus nippon* における餌植物嗜好性と、その季節・年変動  
河合 純・井上太貴・關 岳陽・宮本 和・山本裕加・田中健太（筑波大学・山岳科学センター）

ニホンジカ（以下、シカ）は日本の多くの地域で個体数・密度が増え、その過剰な採食による自然植生の劣化・裸地化は、現在進行中の最大の環境問題の一つである。シカは低密度では餌を選び好みし、植物種毎で嗜好性が異なると考えられるが、密度が高くなると、採食する植物種数が増え、嗜好性が不明瞭になる。これまで、観光資源植物が消失・減少した事例報告はあるが、嗜好性植物が減るまでの低密度期を対象にして植物群集全体を対象として嗜好性を調べた定量的研究はほとんどない。そこで本研究では、低密度期の嗜好性を全ての出現植物種に対して定量するとともに、植物のどんな種特性が嗜好性に影響を与えるかを調べた。本研究では、シカ密度が低い長野県菅平高原において、草原・森林・牧草地（全9地点）にそれぞれ10×100 mのトランセクトを設け、2017年秋と2018年夏・秋に維管束植物種ごとの出現・食痕有無・食痕個体数を調べた。また、各調査地の1×1000 mの範囲を2017年夏と2018年夏にルートセンサスして糞塊数を数えた。計204種の植物が出現し、48種で食痕が見つかった。糞塊密度は前年度から大きな変化はなかったが、食害種数・食痕個体割合は前年度の方が多く、特にこれらは秋調査で多かった。また、調査回全てで食害種数・食痕個体割合・糞塊密度は森林の方が多かった。食害植物種の嗜好性を平均食痕割合によって順位付けすることができ、特に嗜好性が高いのはオニシモツケ・コマユミだった。草本植物種と人に山菜利用される植物種がシカに嗜好され、非山菜植物は背丈が高い植物種ほど嗜好された。菅平にはシカとカモシカが同所的に生息しており、シカ食痕とカモシカ食痕を識別することが難しい。シカ糞塊とカモシカ糞塊の識別は可能であり、シカ糞塊増加と食痕数増加が良く対応していたことから、今回の食痕は主にシカによると考えられるが、今後、食痕サンプルのDNA分析によって摂食動物を識別する予定である。

### K.11 現存量法を用いたカゲロウ類の二次生産力の推定—2017年と2018年を比較して (石川 史弥)

現存量法を用いたカゲロウ類の二次生産力の推定—2017年と2018年を比較して  
石川史弥信州大学 繊維学部 応用生物科学科 生物資源環境科学課程

【はじめに】カゲロウ類の幼虫は、河川の底生動物の中で二次生産者として重要な構成種の一つである (Zelinka, 1984)。調査期間中に洪水は2017年10月、2018年7月、10月の3回あり、小規模出水は56回あった。本研究では長野市岩野地点の瀬でマダラカゲロウ科のみ二次生産力が大きくなっている要因を明らかにした。【方法】2016年11月から2018年10月までの間、毎月1回、岩野地点の瀬でサーバーネットを用いて、カゲロウ類幼虫を3サンプル採集した。各科の密度と湿重量を計測し、二次生産力を算出した Zelinka (1984)。【結果と考察】カゲロウ類の二次生産力は2017年より2018年の方が全体的に小さかった。しかしマダラカゲロウ科は増加 (2.45→4.05 AFDW g/m<sup>2</sup>/年) し、チラカゲロウ (3.00→2.94) は変化しなかった。マダラカゲロウ科のうちアカマダラカゲロウ属 (1.05→1.34)、トウヨウマダラカゲロウ属 (0.66→1.68) が2018年に増加した。両属ともに2017年春季1回目の出水で流失するが、2018年は1回目の出水で流失しなかったため4月以降の羽化まで成長し、二次生産力が上がったのではないかと推測した。チラカゲロウは、遊泳型であり (竹門, 2005)、流速が40m/秒より速いと流失してしまう (Prem, 2013) ことから、流下によって現存量の回復がなされたと推測でき、二次生産力は変化しなかったものと推察された。

### K.12 瞬間成長法を用いたナミコガタシマトビケラとナカハラシマトビケラの二次生産力の推定 (松田 暢啓)

瞬間成長法を用いたナミコガタシマトビケラとナカハラシマトビケラの二次生産力の推定  
松田暢啓 (信州大学 繊維学部 応用生物科学系 生物資源環境科学課程 4年)

【はじめに】千曲川中流域においてナカハラシマトビケラ (*Hydropsyche setensis*)、ナミコガタシマトビケラ (*Cheumatopsyche anfasia* Martynov) が生息することが確認されており (木村 2013)、どちらも、国内において生活史が報告されている。本報告では上記2種のトビケラを対象として2018年に千曲川中流域の河床勾配の異なる2地点で採取したサンプルを対象に生活史を明らかにするとともに瞬間成長法 Waters (1977) を用いて2018年における非越冬世代の二次生産力の推定を行った。【方法】千曲川中流域の常田地点 (河床勾配 1/180)、岩野地点 (河床勾配 1/1000) それぞれで2017年11月から2018年10月までの間、毎月1回 (7月8月は2回) サーバーネット (30×30cm<sup>2</sup>) を用いて定量的なサンプリング (各地点3サンプル) を行った。【結果】通年積算温量は常田地点が1289°C、岩野地点が1996°Cであり、それぞれ世代数が0.95世代/年、1.76世代/年となった。二次生産力はナミコガタシマトビケラが常田地点 49.9 AFDW mg/m<sup>2</sup>/非越冬世代、岩野地点が 92.1、12.4、AFDW mg/m<sup>2</sup>/非越冬世代、ナカハラシマトビケラが常田地点 218 AFDW mg/m<sup>2</sup>/非越冬世代、岩野地点 107.1、5.35 AFDW mg/m<sup>2</sup>/非越冬世代であった。

## L グループ

### L.1 上伊那地域における気候と住環境に関する研究 (有賀 美和)

上伊那地域における気候と住環境に関する研究  
有賀美和・岩井一博(信州大学 工学部 建築学科)

長野県上伊那地域は赤石山脈と木曾山脈とにはさまれ、かつ山脈と並行して天竜川が流れ河岸段丘を形成している。盆地底部から山頂部にいたる標高差は2,000mを超え、海からも遠く複雑な気候因子をもつ。人々は主に標高650mから900mの間に住んでおり、同じ地域でも標高差により気候に大きな差が生じている可能性がある。また、気候は人間の生活と大きく関わり、住宅はその地域の気候にあわせて設計される。より良い住宅を作るためには、地域の気候を明らかにする必要がある。現在において大都市における気候調査研究は数多くされているが、上伊那地域のような、内陸の地方都市かつ特殊な地形の研究については十分に行われていない。そこで、上伊那地域において一定の標高ごとに温度、相対湿度等を実測し、アメダスのデータも含めて解析することで、気候の違いとその要因を明らかにする。一方、近年、エネルギー問題が深刻化する中、我が国では2020年までにZEHを標準的な新築住宅にすることを目指す方針を掲げている。これまでに当該地域で建てられてきた住宅は、必ずしも適切な室内環境が実現できているとは言えないものも見られ、周辺地域の風土や住まい方なども影響し、多種多様な状況である。上伊那地域を対象に、建物の室内環境に関する実態をアンケート調査により明らかにし、「過去」「現在」「未来」の三つの観点から、上伊那地域における住宅を考察する。以上の調査結果より、上伊那地域における気候と住環境を明らかにすることを研究の目的としている。

### L.2 高熱乾燥処理木材と高反射塗装を用いたヒートアイランド現象の抑制に関する研究 (油井 孝太)

高熱乾燥処理木材と高反射塗装を用いたヒートアイランド現象の抑制に関する研究  
油井 孝太、岩井 一博、山口 秋生(信州大学工学部)(信州大学工学部)(越井木材工業(株))

2010年に「公共建築物等における木材の利用促進に関する法律」が公布された。これにより、近年において中・高層の建築物での構造材や仕上げ材として木材の利用が活発化している。このうち建物の外装材として、高熱乾燥処理木材が注目されている。高熱乾燥処理木材は耐久性と寸法の安定性に優れ、また蓄熱性が低いためヒートアイランド現象の抑制効果が期待できる点で有利となっている。しかしながら、高熱乾燥処理木材は高温での過熱を行うために含水率が低く、それにより日中に直射日光が当たる表面は、一時的に温度が高くなる傾向が見られる。以上の背景により、都市部における高熱乾燥処理木材の利用促進を考える上では、当該材料の表面温度の低下についても検討を加えることが必要と考える。よって本研究では、高熱乾燥処理木材に高反射塗装を施し、表面温度の低減効果について、実験とシミュレーション計算により明らかにする。また、併せて対象とする塗装の耐久性についても、屋外ばくろ試験と促進ばくろ試験を行い、色差と光沢の変化を把握する。これらの結果により、公共建築物の木材の利用促進がさらに図れることを研究の目的とする。

### L.3 福島県只見町における民家の樹種選択と里山林の利用形態 (陸川 雄太)

福島県只見町における民家の樹種選択と里山林の利用形態  
陸川雄太 (信州大学 工学部 建築学科)

急峻な山岳地帯とその山岳地帯を水源とする河川からなり、日本有数の豪雪地帯である福島県西部の只見町において、民家の建材と里山林の関係について調査を行った。

只見町において、既往の6棟に加え、新たに坂田の家という民家で実測調査と顕微鏡を用いた細胞観察による樹種判定調査を行い、29棟の民家対し、持ち主などに普請に関するヒアリング調査を行った。坂田の家は、広間を中心とする間取りに厩中門という形で土間が付属するT字の間取りで、架構は骨太な部材を用いた上屋を核とし、船ガイと切り扱首と言う部材で下屋と連結する構造であった。これは既往の6棟と同様の特徴で、豪雪に対応した形であると言える。樹種判定においては、豪雪地でも大径通直に育つキタゴヨウが多く見られた。また、スギが増改築部でまとまって見られ、増改築時には周囲に植林されたスギが使用されていた可能性がある。そして、積雪による曲げの力が働く扱首では曲げ強度の強いブナが多く見られた。この他にも4樹種が確認され、特性による使い分けがなされていた。ヒアリングにおいて、民家を立てる際に近くの里山の木材を使用したという話が多く聞かれた。このことから、使用樹種が現在の植生構成樹種と一致した民家において、建材を裏山などの周辺から入手した可能性が高い。以上より、只見の民家は構造部材に民家周辺の木材資源を有効に活用し、豪雪に適応した民家建築を作り上げてきたと推察される。

### L.4 北アルプス山麓域における農家を事例とした柱材の木材利用の調査方法の体系化 (大倉 柚夏)

北アルプス山麓域における農家を事例とした柱材の木材利用の調査方法の体系化  
大倉柚夏 (信州大学 総合理工学研究科 工学専攻 建築学分野)

民家の木材利用を明らかにすることは、地産地消型の持続的な木材利用を目指すうえで非常に重要である。木材利用については様々な方法によって詳細な調査が行われているが、調査方法は未だ体系化されていない。樹種同定を用いた詳細な調査は地域の建築生産を明らかにする重要な方法であるが、広域かつ多数の民家調査を実施するうえでは汎用性を欠く。そのため、通常の民家調査は部材の木に対する観察を欠いてきた。そこで木材利用の調査方法の体系化を目指し、民家の柱材の針葉樹・広葉樹の使い分けに着目した汎用性のある新たな方法を提示した。その有効性を検証すべく、北アルプス山麓域の農家を事例として、柱材の木材利用にみる分類と間取りにみる分類を広域で比較し、両者の対応関係を示した。その結果、間取りの観点からは、対象地域は松本市・安曇野市の地域と大町市から小谷村までの2地域に分類され、針葉樹・広葉樹での木材利用の観点からはさらに大町市・白馬村の地域と小谷村の3地域に分類された。農家における柱材の木材利用は間取りとある程度対応しつつ、各地域に対応した木の使い方がなされていた。これにより民家の樹種構成が、間取りに付随する文化的差異をあらわし、針葉樹・広葉樹の使い分けを間取りとともに調査する方法が、通常の調査において広域での民家の木材利用を明らかにし、文化の広がり新たな角度から考察するのに有効な手段であることを示した。

## L.5 信州大学工学部サーバー室の外気導入による省エネルギー効果 (楊 暁ホウ)

信州大学工学部サーバー室の外気導入による省エネルギー効果

楊暁ホウ (信州大学大学院 総合理工学研究科 工学専攻 建築学分野 高村研究室)

日本ではエネルギー消費への関心が高まり、省エネルギー化を推進する動きが高まっている。経済産業省の統計調査より、大学施設におけるエネルギー消費原単位は 1012 MJ/m<sup>2</sup>・年であり、小・中学校や高等学校と比較して約 2.5 倍のため、大学でのエネルギー消費の削減が課題となっている。大学におけるサーバー室は、学校の教育・研究を支えている重要な施設である。しかし、サーバー設備による発熱を処理するため、年間を通じて冷房を利用する現状となっている。長野市のような寒冷地では、冬期の低温な外気を導入し、サーバー室の発熱量を処理することで、省エネルギー効果が期待できる。本研究は、信州大学工学部サーバー室を対象とし、冬期における外気を利用し、エアコンの代わりにエネルギー消費を削減できる外気導入装置を設置した。そして、2018年2月にサーバー室の温熱環境と消費電力の実測を行い、外気導入装置の省エネルギー効果を検証した。実測結果より、外気導入時間帯におけるサーバー室の温度を 28℃以下に保ち、サーバー機器の推薦作動温度を維持できた。また、外気導入時間帯のサーバー室ピーク電力はエアコン運転する場合より 20%である 5.3 kW を削減でき、1日あたりの消費電力量は 15%である 77.8kWh を削減できた。

## L.6 寒冷地の戸建て住宅におけるアルミ製 PCM を利用した給気温度昇温効果に関する研究 (福島 満里奈)

寒冷地の戸建て住宅におけるアルミ製 PCM を利用した給気温度昇温効果に関する研究  
福島満里奈 (信州大学大学院 総合理工学研究科 工学専攻 建築学分野 高村研究室)

東日本大震災以降、省エネルギー法の改正により、日中に集中する電気の需要を夜間にシフトさせるなどの電気需給バランスを意識したエネルギー管理が求められている。これらの解決方法として潜熱蓄熱材 (以下 PCM とする) の活用が検討されている。PCM は、水やコンクリートよりも単位容積当たりの蓄熱性能が優れた材料であり、相変化温度を任意に設定することが可能である。PCM 活用の一例として、PCM を用いた住宅用暖房システム (以下 PCM システムとする) が挙げられる。本システムでは日中の暖房消費電力のピークシフトを目的とし、夜間にエアコンを運転して PCM の蓄熱を行い、日中は 24 時間換気システムの室内への給気 (以下 SA とする) によって PCM の放熱を行う。本研究では、寒冷地である長野県中野市の住宅に PCM システム設置し、SA 温度の昇温効果の検証を行った。また、PCM システムにおいてより効率的な蓄放熱を行うために、薄く改良したアルミ蒸着フィルム容器を用いた PCM の蓄放熱効率の検証を行った。実測の結果、アルミ蒸着フィルム容器を用いた改良型 PCM では放熱時間帯に相変化温度の 25℃を下回り、プラスチック製容器の PCM よりも効率的に放熱が行われた。また、PCM システムの導入によって、SA 温度を 1.3℃–2.4℃上昇させることが出来た。しかし、PCM システムの導入による日中の 1 階室内温度低下の抑制は見られなかった。今後、室内温度の維持や快適性の向上に重点を置き、PCM システムの改善をする必要がある。

## L.7 長野市に立地する外断熱・二重通気工法によって建てられた住宅の排熱効果の検証 (落合 隼太)

長野市に立地する外断熱・二重通気工法によって建てられた住宅の排熱効果の検証  
落合隼太 (信州大学大学院 総合理工学研究科 工学専攻 建築学分野 高村研究室)

我が国では近年、省エネルギーの観点から年間のエネルギー消費量が正味でゼロとなる ZEH(ネットゼロ・エネルギー・ハウス) が普及してきた。住宅の高断熱・高气密化が進み、冬期において暖房に使用するエネルギーが減少した一方、夏期においては、日射により外壁内や室内で熱がこもることが問題となっている。そこで、排熱機能を有する住宅工法として、外断熱・二重通気工法がある。外断熱・二重通気工法は、外壁と内壁に壁体内通気層を設け、基礎に設置されたダンパーで給気、小屋裏に設置されたファンで排気を行い、熱を逃がして構造躯体を冷ます工夫がされている。排熱機能の効果をシミュレーションによって検証した例はあるが、実測による効果検証は例が少ない。そこで本研究では、排熱効果を有する住宅と有さない住宅において、温湿度調査を行い、その結果を比較することによって、排熱機能による室内の温熱環境への影響を定量的に評価した。対象は長野市に立地する排熱機能を有する外断熱・二重通気工法の住宅4件と排熱機能を有さない住宅3件とした。測定期間は2017年8月である。リビング、脱衣室、寝室において温湿度を測定した。測定期間中の排熱機能を有する住宅4件の最高室温の平均は、一般住宅3件の平均に比べ、寝室において期間平均で1.4°C、最大で2.3°C低いという結果となった。排熱機能による室温低下効果が実測により定量化できた。

## L.8 長野市内に立地する高断熱・高气密住宅における断熱性能を変化させた場合の LCCO<sub>2</sub> の比較 (勝地 夢斗)

長野市内に立地する高断熱・高气密住宅における断熱性能を変化させた場合の LCCO<sub>2</sub> の比較  
勝地夢斗 (信州大学 総合理工学研究科 工学専攻 建築学分野 高村研究室)

環境問題への対策が進む中で、ライフサイクルアセスメント(LCA)に対する関心が高まっている。LCAとは、製品の製造から使用、廃棄に至るまでのライフサイクルにおける環境影響を定量的に評価する手法である。その評価軸の一つとして、CO<sub>2</sub>排出に焦点を置いたライフサイクルCO<sub>2</sub>(LCCO<sub>2</sub>)が用いられている。これを受けて、住宅では建設時から運用時、解体時においてLCCO<sub>2</sub>で評価することが重要となっている。一方で、平成25年に改正された省エネ基準や、「2020年を見据えた住宅の高断熱化技術開発委員会」による省エネ基準よりも高い断熱性能基準であるHEAT20の発足により、今後、断熱性能が高い住宅が増加することが予想される。それにより、断熱材の使用量が多くなるため、建設時におけるCO<sub>2</sub>排出量が増加すると考えられる。一方で、断熱性能が高い住宅では、暖冷房におけるエネルギー消費量が削減されるため、それに伴う運用時のCO<sub>2</sub>排出量は抑制されると想定される。しかし、寒冷地においてLCCO<sub>2</sub>を評価した事例はないため、本研究ではLCCO<sub>2</sub>を定量化した。そこで、長野市に立地する高断熱・高气密住宅を対象とし、断熱性能を変化させた場合の30年間のLCCO<sub>2</sub>を比較した。これにより、次世代省エネ基準よりも断熱性能が高いHEAT20 G2基準の方が、建設時のCO<sub>2</sub>排出量は多くなるが、運用時のCO<sub>2</sub>排出量を積算すると、築後23年という早い時期に逆転するという結果を得た。また、30年間でのLCCO<sub>2</sub>は、次世代省エネ基準に対し、HEAT20 G2基準で約9%削減された。

## L.9 外気の日格差の大きい地域における潜熱蓄熱材を桁面に設置することによる流入熱量抑制効果に関する研究 (茂原 博明)

外気の日格差の大きい地域における潜熱蓄熱材を桁面に設置することによる流入熱量抑制効果に関する研究

茂原博明 (信州大学大学院 総合理工学研究科 工学専攻 建築学分野 高村研究室)

夏季において、冷房負荷削減のためには日射の遮熱が重要となる。断熱材は日射熱を遮熱する効果がある。ここで、潜熱蓄熱材(以下PCMとする)は、単位重量あたりの蓄熱量が水やコンクリートよりも多く、蓄放熱を行う際の温度を任意に設定することができる。また、長野県は外気温度の日格差が大きい地域であるため、夏期において夜間の外気温度は低くなる。これより、昼間外気温度が上昇し、PCMが蓄熱した熱が、夜間外気温度が下がることで放熱する。よって、PCMと断熱材を組み合わせることにより、断熱材単体よりも遮熱効果が大きくなることが期待できる。そこで本研究では、外気温度の日格差が大きい地域において、桁面にPCMを断熱材と共に設置することでの、流入熱量抑制効果を検証した。シミュレーション及び50cm角の試験箱を用いた人工気象室内での予備実験によって、流入熱量を最も抑制する、PCMの設置位置の検証を行った。結果、PCMを断熱材の中央に設置した場合が最も流入熱量を抑制できた。この結果を踏まえ、実際の夏期の環境下での流入熱量抑制効果を検証するため、長野県中野市に立地する実験棟にて、PCMを桁面断熱材の中央に設置し、実験を行った。実験は2017年8月21日-2017年9月11日の間行った。結果、PCMを桁面断熱材中央に設置することで、PCMを設置していない場合と比較し、1日当たりの流入熱量は計測期間の平均で11.9Wh/m<sup>2</sup>削減できた。

## L.10 小規模事務所におけるバイオマスストーブ使用を想定した完全オフグリッド化の検討 (忠 充)

小規模事務所におけるバイオマスストーブ使用を想定した完全オフグリッド化の検討  
忠充 (信州大学大学院 総合理工学研究科 工学専攻 建築学分野 高村研究室)

太陽光発電システム(以下PVS)が発電した電力を、電力会社が10年間固定価格で買い取る制度が2009年に導入されて以降、PVSの設備認定量が著しく増加している。2019年以降、固定価格での買取期間が終了する住宅や事務所が出現し、買取価格も低下傾向にある。さらに、売電量が過剰になると停電が発生する可能性があり、2018年10月には九州電力が電力買取の一時中断を発表した。したがって、発電電力を自家消費する手段の需要が高まっており、その1つとして蓄電池利用が注目されている。本研究では、長野県塩尻市に立地する小規模事務所を対象に、PVSと蓄電池併用により電力を自給自足するシステムの検討を行っている。なお、冬期における空調機器の消費電力量が大きいため、バイオマスストーブの使用を想定している。2017年4月よりPVS6.6kW、蓄電池12kWhを導入し実証実験を開始した。2017年4月12月における照明を対象とした実験の結果、蓄電池残量が10%以下になる頻度は3%であり、概ね照明負荷の電力を自給できた。2018年5月より開始した電灯電源の負荷全て(照明、コンセント接続機器)を対象とした実験では、日射条件が良く消費電力量の少ない5月において蓄電池残量が10%以下になる頻度は4%であり、概ね電灯電源の電力を自給できた。2018年9月から蓄電池容量を24kWhへと増やしたが、9月10日-10月15日における蓄電池残量が10%以下になる頻度は9%であり、冬期に近づくほど、発電量に対する負荷の容量が大きくなる傾向となった。

## L.11 自然エネルギーを活用した冬期における日格差の大きい地域に適した換気負荷削減手法の検討 (吉田 拓洋)

自然エネルギーを活用した冬期における日格差の大きい地域に適した換気負荷削減手法の検討

吉田拓洋 (信州大学大学院 総合理工学研究科 工学専攻 建築分野 高村研究室)

住環境の快適化のため、住宅の断熱性や気密性が向上している。一方、気密性が向上している中、シックハウス症候群による問題が顕在化してきた。こうした背景のもと2003年に建築基準法が改正され、全ての住宅において24時間換気設備の設置が義務化された。冬期の外気温度が低くなる山岳地域で24時間換気が行われた場合、換気負荷が大きくなることが考えられる。省エネルギー化が進む近年、家庭部門のエネルギー削減は重要な課題である。この対策の一つとして自然エネルギーの利用が注目されている。そのため、冬期は寒冷な気候となり、夏期は日較差が大きいという特徴がある山岳地域において、自然エネルギーを活用した換気負荷を削減する手法の検討を行った。本研究では長野市に実験棟を建築し、自然エネルギーを活用する手法を組み込んだ換気システムを設置した。この実験棟において、設置したシステムについて冬期の実測をし、評価を行った。なお、このシステムは日中に日射熱、夜間に地熱を活用し、換気設備へと取込む空気の温度を上昇させるものである。その結果、本研究が対象とするシステムでは換気設備への取込み空気の温度が、従来の換気システムと比べ、計測期間の平均で8.8°C高くなった。また、非暖房時において換気設備が吹出す空気の温度が、従来の換気システムと比べ、計測期間の平均で2.3°C高い結果となった。



## M グループ

### M.1 Assessment of opportunities & challenges for curriculum development for mountain studies (上野 健一)

Assessment of opportunities & challenges for curriculum development for mountain studies

K. UENO (U. Tsukuba), J. BALSIGER, & C. ADLER (MRI)

スイス・マウンテンリサーチ・イニシアティブ (MRI) では、世界各地で実施されている山岳研究に携わる教育プログラムをカタログ化し、各プログラム構築の背景、カリキュラムの特異性、教育目的、学生の特色、社会的ニーズなどを比較研究するプロジェクトを立ち上げている。各プログラムを比較分析することで、横断型の教育課題と効率的な教育方法をまとめ、各プログラムに結果をフィードバックすることで、プログラム間の国際連携が進むことも期待している。大学教育機関にとどまらず、地域社会や社会活動のなかで山岳教育を普及するための課題も模索する。現在、Mountain Partnership (UN, voluntary alliance of partners) による Mountain Education Database (<http://www.fao.org/mountain-partnership/mountain-education-database/en/>) も参考に、22 のプログラムを選出し、Skype やメールをベースとしたインタビューによる情報収集を計画している。日本でも研究チームを発足させたいので、本プロジェクトに興味のある方は、教員・学生を問わず、是非、上野 (筑波大学) まで連絡をいただきたい。なお国際プロジェクトに順規して、ポスター発表も英語で行う。

### M.2 エッツタールにおけるトレッキング・ルートの特性：オーストリアアルプスの山岳ツーリズム分析 (吉沢 直)

エッツタールにおけるトレッキング・ルートの特性-オーストリアアルプスの山岳ツーリズム分析-

吉沢 直・松村健太郎 (筑波大学大学院生命環境研究科)・呉羽正昭 (筑波大学生命環境系)

オーストリアでは 1870 年代以降に山岳会によって山小屋・地形図に加え、膨大な数のトレッキング・ルートが整備されてきた。エッツタールはチロル州南部に位置し、イン川の支流であるエッツタール川沿いに形成された東アルプス最大級の河谷である。その最上部には標高 3500m 級のエッツタール・アルプスを擁し、オーストリアを代表する山岳ツーリズムの目的地でもある。河谷内部のゼルデンやオーバーグルグル、フェントなどの山岳リゾートは、周囲の山岳空間へと至るさまざまな索道・山岳道路を有しトレッキング・ツーリズムの拠点となっている。本研究では、エッツタールにおける山岳ツーリズムの特徴の一端を明らかにするために、トレッキング・ルートの特性を分析した。対象は、エッツタール観光局のホームページ上に掲載されている 228 本のルートである。その結果、以下のことが明らかとなった。標高 3000m 級の山岳エリアまで索道・山岳道路の開発が進んでおり、老若男女問わず誰もが氷河地形を含む山岳景観を楽しむことができる。トレッキング・ルートの多くを占めるのは短距離の日帰りルートで、その目的地は飲食サービスの整った山小屋やアルム、他集落、氷河や湖などの景観スポットなどである。一方で、山頂に到達するルートは比較的少ない。また、近年、河谷周囲の稜線を縦走する「エッツタールトレック」(22 区間全長 242km) も開拓されており、ルートの多様化もみられる。

### M.3 地域に根差した大豆の新規発酵食品開発のための微生物バンクの構築 (出川 洋介)

地域に根差した大豆の新規発酵食品開発のための微生物バンクの構築

出川洋介<sup>1</sup>・奥西宏太<sup>1</sup>・永山一男<sup>2</sup>・古平明尚<sup>2</sup> (1 筑波大学山岳科学センター菅平高原実験所、2 株式会社ずくだせ農場)

筑波大学山岳科学センター山利用部門の活動の一環として、上田市の無農薬大豆生産加工を手掛ける株式会社「ずくだせ農場」と提携し、上田市に古くから伝わる大豆の地域品種「こうじいらず」を用いた発酵食品の共同開発を進めている。発酵的応用に使える微生物バンクを構築すべく、現在までに上田市下の大豆より分離された、もしくは大豆を用いた培養操作により分離収集された酵母や糸状菌について報告する。1. カメムシの食害を受けた子実汚斑病大豆より得られた酵母：2018年10月、東塩田地区の大豆耕作地にて大豆を食害するカメムシ類と、食害を受けた大豆を採集し酵母の分離培養検出を試みた。この結果、大豆子実汚斑病の症状を示す大豆より、特徴的な糸状の子嚢胞子を作る酵母が検出分離された。木村ら(2007)、Kurtzman et al. (2011)等を参照し、子嚢胞子の形態的特徴に基づき本種は子嚢菌門サッカロミセス目の *Eremothecium coryli* と同定された。同属にはリボフラビン高産能を有す種が含まれており、産業的利用が期待される。2. 収穫後のはじき大豆を用いた温室釣菌法により得られた糸状菌：上田市下の山岳域-平野部の各所の野外地上もしくは、サンプリングした土壌に対してオートクレーブで滅菌した大豆をベイトとして釣菌法を施し糸状菌の発生を誘導した。主にケカビ門のケカビ目、クサレケカビ目の糸状菌が旺盛に出現し、*Absidia*, *Cunnighamella*, *Mucor*, *Mortierella*, *Rhizopus* 等の各属菌を分離することができた。これらの糸状菌は早成長で高い糖化能を持つことに加え、プロテアーゼ活性も有しており、味噌や腐乳のような大豆発酵食品の開発に有効利用できる潜在的可能性を有している。

### M.4 外国人登山者の安全管理に関する考察-上高地周辺山域にて- (佐藤 大輔)

外国人登山者の安全管理に関する考察-上高地周辺山域にて-

佐藤大輔 (筑波大学 生命環境科学研究科 山岳科学学位プログラム)

現在、政府は国立公園満喫プロジェクトと銘打ち、日本を代表する国立公園に訪日外国人旅行者を誘致しようとキャンペーンを行なっている。これは訪日外国人の消費傾向がモノ消費からコト消費に移ってきている背景の中、地方創生の切り札として訪日外国人を地方に誘致し、且つ長期滞在を促す狙いがある。一方、山岳地域でも訪日外国人の増加に伴い、外国人登山者による山岳遭難事故が増加傾向にある。日本人登山者とは異なる文化背景を持ち、情報弱者である外国人が日本の山岳環境でどのように登山を行なっているのか？山岳ツーリズムにおけるインバウンド対応は、安全面を考えた時にどうあるべきか？今回はそのような問題意識から、外国人登山者の遭難事故と登山者の安全管理に関する現状を把握する為、日本を代表する山岳観光地である上高地とその周辺の山岳域を対象に予備調査を行なった。調査方法は、長野県警察本部への外国人の遭難事故数の聞き取り調査や、外国人登山者へのアンケート調査を行なった。今回の調査をもとに、来年の本調査ではどのような設問や調査方法が必要かを検討したい。また、受け入れる側である山小屋から見た外国人登山者の実態も把握するために、山小屋への聞き取り調査も行いたいと考えている。